

University of Groningen

Op zoek naar stilte

Oudelaar, J.; van den Berg, G.P.

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version

Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:

2006

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):

Oudelaar, J., & van den Berg, G. P. (2006). *Op zoek naar stilte: indicatoren van stilte in stiltegebieden in Friesland*. s.n.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

RuG

Ψ \vec{E} t' \mathfrak{G} N_2

$\$$ \textcircled{C} \mathcal{H} \triangle $\%$ Σ

ω \perp \mathfrak{N} $[k]$ \ddot{e} \angle \S

Op zoek naar stilte

indicatoren van stilte in
stiltegebieden in Friesland



Op zoek naar stilte
-
indicatoren van stilte in
stiltegebieden in Friesland

J.L. Oudelaar
G.P. van den Berg

Datum: februari 2006
Uitgavenummer: NWU-119
Deel 4 in reeks “Op zoek naar stilte”
ISBN (digitale versie): 90-367-2526-7
ISBN (druk): 90-367-2527-5
Aantal blz: 78

Natuurkundewinkel

Rijksuniversiteit Groningen

Nijenborgh 4

9747 AG Groningen

tel: 050 – 363 4867

nawi@fmns.rug.nl

De Natuurkundewinkel stelt

natuurkundige kennis en vaardigheid

beschikbaar aan niet-commerciële

groepen en organisaties, en overheden

door het verlenen van advies en

het uitvoeren van onderzoek

Foto's: Jan Oudelaar

SAMENVATTING

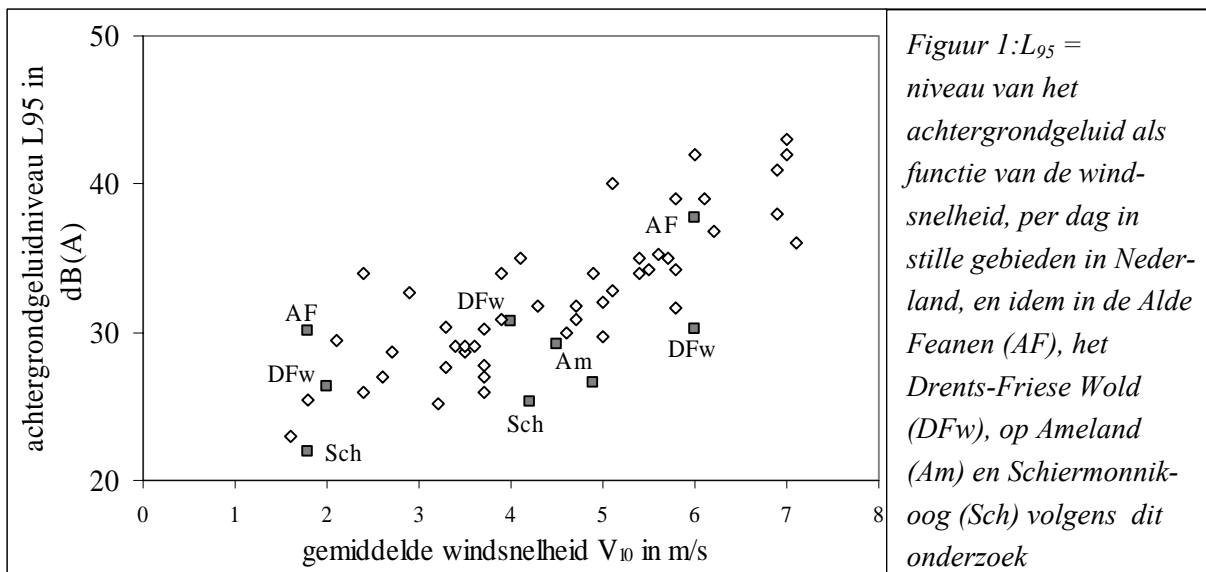
In de zomer en herfst van 2005 zijn ten behoeve van de provincie Friesland metingen verricht van het geluidsniveau in een viertal voor rustige recreatie geschikte natuurgebieden. Daarbij is geteld welk deel van de tijd gemotoriseerde bronnen op het gehoor konden worden waargenomen en zijn door middel van meting zoveel mogelijk de maximale en gemiddelde geluidsniveaus bepaald. Het onderzoek berust dus zowel op menselijke waarneming (luisteren en noteren) als op instrumentele waarneming (meten en achteraf analyseren).

De vier onderzoeksgebieden zijn het duin- en kweldergebied in het oosten van Ameland en in het westelijk deel van Schiermonnikoog, het bosrijke Nationaal Park Drentsch-Friese Wold, en het waterrijke Nationaal Park De Alde Feanen. Het gaat om provinciale stiltegebieden ('milieubeschermingsgebieden voor stilte') die belangrijke zijn voor rustige recreatie. In elk gebied is enkele keren gemeten: in principe werden op twee werkdagen met tegengestelde windrichting twee rondes in het gebied gemaakt langs dezelfde meetlocaties. De meetlocaties, gemiddeld acht per gebied, zijn in overleg met de provincie vastgesteld. Op elke locatie werd gedurende 10 minuten het geluidsniveau gemeten en daarnaast door luisteren vastgesteld of een motorische bron hoorbaar was: een vliegtuig, auto, motor of brommer, boot, tractor en/of trein.

Achtergrondgeluid

Het achtergrondgeluid in een gebied wordt door steeds aanwezige natuurlijke geluiden zoals door wind of water veroorzaakt, en daarnaast door niet-natuurlijke geluiden indien deze (vrijwel) steeds aanwezig zijn en voldoende luid, bijvoorbeeld van een drukke weg of voortdurende bedrijvigheid. Het natuurlijke deel hangt vaak met de windsnelheid samen: hoe meer wind, hoe meer geruis in bladeren en gras. Het niveau van het achtergrondgeluid wordt uitgedrukt in het L_{95} wat overeenkomt met vrijwel de laagste geluidsniveaus in het gebied, dus met de rust die er op de achtergrond is (95% van de tijd is het geluidsniveau in het gebied hoger, 5% van de tijd lager).

In figuur 1 is het niveau van het achtergrondgeluid gegeven als functie van de windsnelheid voor de in dit onderzoek bezochte gebieden (aangeduid met een afkorting voor het gebied) en voor alle door ons eerder onderzochte stille gebieden. Het niveau is steeds gegeven over de gehele meettijd per dag evenals de windsnelheid op een standaardhoogte van 10 m, afkomstig van het meest nabije KNMI-meetstation. Het blijkt dat vooral op de eilanden het achtergrondniveau relatief laag is.



Percentage door lawaai verstoorde tijd

In tabel 1 is weergegeven hoe vaak in elk gebied een vliegtuig, auto, boot of tractor werd gehoord, uitgedrukt als de tijd dat deze werd gehoord als percentage van de totale meettijd (4 $\frac{3}{4}$ tot 6 $\frac{3}{4}$ uur). Niet vermeld in deze tabel zijn treinen en bedrijfsactiviteiten omdat deze niet zijn waargenomen. In de gebieden werd gedurende 35% tot 89% een motorische bron gehoord.¹ Een passage van zo'n bron is gemiddeld gedurende ongeveer een halve minuut te volgen in een geluidsregistratie en kan in het veld nog wat langer gehoord worden. Bij kleine vliegtuigen en (vooral) trekkers kan dat nog langer zijn.

Agrarisch verkeer kan beschouwd worden als bij het gebied horend geluid dat geen afbreuk doet aan de ervaren stilte. Betreft men het geluid van tractoren niet in de totale percentages tijd waarin motorisch geluid werd waargenomen, dan levert dit de percentages in de laatste kolom van tabel 1: de totalen liggen echter slechts weinig lager (33% tot 88%). Vliegtuigen zijn de vaakst gehoorde bronnen, maar in de Alde Feanen hoort men vaker boten, in het Drents-Friese Wold vaker wegverkeer. Auto's werden, afgezien van vooral verkeer op de N381 door het Drents-Friese Wold, nauwelijks gehoord.

Op grond van de gemeten geluidsniveaus zijn de locaties verdeeld in relatief lawaaiige en relatief rustige. Een locatie is relatief lawaaiig als een geluidsniveau verhoogd is door een motorisch of mechanisch, dus 'man-made' geluid. Daartoe is voor elk gebied een set

¹ Voor de totalen is ervan uitgegaan dat de motorische geluiden ook tegelijkertijd kunnen voorkomen en elkaar dus kunnen overlappen. Het totale percentage in de tabel, berekend met de aanname dat de geluiden met dezelfde regelmaat voorkomen, is daarom lager dan de som van de percentages van de afzonderlijke bronnen (welke soms boven 100% kan uitkomen).

criteria bepaald op grond waarvan locaties met 'bovengemiddelde' geluidsniveaus konden worden geselecteerd. Of een locatie al of niet lawaaiig was werd per keer bepaald.

Tabel 1: percentage van meettijd dat een motorische bron is waargenomen en totaalpercentages inclusief en exclusief tractoren

gebied	totale meettijd 21½ uur	vliegtuig	auto	boot ¹	tractor	br/mo ¹	Totaal ²	
		in het gehele gebied					incl. trac	excl. trac
NP Alde Feanen	5¼ uur	24	1	51	15	0	69	63
Ameland	4¾ uur	33	2	8	5	2	44	41
Schiermonnikoog	5¼ uur	32	0	2	3	0	35	33
NP Drents-Friese Wold	6¼ uur	39	81	-	6	0	89	88
	13¼ uur	in het rustige gedeelte van het gebied						
NP Alde Feanen	3¼ uur	21	1	36	16	0	58	50
Ameland	3¼ uur	22	2	11	1	0	33	32
Schiermonnikoog	4 uur	17	1	2	4	0	23	19
NP Drents-Friese Wold	2¾ uur	41	88	-	0	0	93	93
Stiltegebieden NL ³	104 uur	13	17	3	4	2	35	

¹: als geen waarde is vermeld is deze bron niet waargenomen; ²: zie voetnoot bladzij 4

³: de waarden bij 'Stiltegebieden NL' komen uit onderzoek in Nederlandse stiltegebieden (referentie 7)

Ruim één op de drie locaties, gedurende in totaal 38% van de tijd, was relatief lawaaiig; sommige locaties waren dat vrijwel voortdurend, andere maar een deel van de tijd, vooral door de invloed van de windrichting waardoor men een bron wel of niet kon horen. Bij de relatief lawaaiige locaties was de oorzaak meestal vliegverkeer, soms ook agrarische of recreatieve activiteiten. De volgende bronnen zijn daarbij vastgesteld:

in NP De Alde Feanen: waterverkeer (vooral recreatief), straaljagers boven het gebied, en incidentele bronnen (baggeren, trekkers, recreanten).

op Ameland: vooral straaljagers en in mindere mate kleine propellervliegtuigen.

in NP Schiermonnikoog: enkele straaljagers.

in NP Het Drents-Friese Wold: vooral wegverkeer, in mindere mate vliegtuigen.

Brommers en boten kwamen betrekkelijk weinig voor en hadden weinig invloed op de gemeten geluidsniveaus.

De relatief rustige locaties, waar dus de bovenvermelde bronnen geen dominante rol spelen, geven een beeld van het gebied als lawaaiige locaties en gebeurtenissen (zoals een luide auto of vliegtuig) buiten beschouwing blijven. In tabel 1 is aangegeven hoe vaak in die rustige delen een vliegtuig, auto, boot of tractor hoorbaar was. In de Alde Feanen

worden in het rustiger deel vooral minder vaak boten gehoord, op de eilanden minder vaak vliegtuigen. In het Drents-Friese Wold wordt wegverkeer er juist iets vaker gehoord, doordat er wordt geselecteerd op stillere plekken waar op de achtergrond juist de N381 zacht hoorbaar blijft.

Maximale geluidsniveaus tijdens passages (L_{\max})

Uit de geluidsmetingen kunnen de maximale geluidsniveaus worden bepaald die optreden bij de passage van een vliegtuig, auto, boot of tractor. Dat maximum wordt overigens in hoge mate bepaald door de afstand tussen de bron en de meetlocatie. In tabel 2 is een overzicht gegeven van het maximumniveau zoals dat gemiddeld over een dag en per type bron is vastgesteld; daarbij is alleen het rustige deel van het gebied beschouwd, zodat dus de lawaaiige locaties, bijvoorbeeld vlakbij een (water)weg, buiten beschouwing blijven. Tevens is in tabel 2 (en in figuur 1) het achtergrondniveau L_{95} weergegeven in het gebied op die dag. Dit achtergrondniveau bevat meestal vooral het natuurlijke, door de wind bepaalde geluid; motorisch geluid is hierin alleen van belang wanneer dat constant aanwezig is (bijvoorbeeld van een drukke weg), niet als er slechts enkele passages hoorbaar zijn. Het maximumniveau wordt alleen door de betreffende bron bepaald, niet door ander geluid. Het verschil tussen het maximumniveau L_{\max} en het achtergrondniveau L_{95} is een maat voor het contrast tussen de motorische bron en de omgeving: hoe groter het verschil hoe luider de bron zal klinken.

Tabel 2 Achtergrondniveau per dag en per gebied, en gemiddeld maximumniveau per dag van motorische bronnen in rustiger deel van het gebied

gebied	dag	niveau achtergrondgeluid L_{95} in dB(A)	gemiddelde van alle maximale geluidsniveaus van passages per bron, L_{\max} in dB(A)			
			vliegtuig	auto	boot	tractor
NP Alde Feanen	di	30	42		53	38
	wo	38	51			45
Ameland	di	29	46	44		36
	wo	27	40	40	36	
NP Schiermonnikoog	ma	22	36	30		27
	di	25	41	32		
NP Drents-Friese Wold	di	30	46	-		
	wo	31	42	46		
	ma	26	53	44		
7 andere gebieden			36 - 53	28 - 73	36 - 57	27 - 70

¹: als geen waarde is vermeld is deze bron niet waargenomen of in de registratie niet herkenbaar

Het blijkt dat in de gebieden de achtergrondniveaus varieerden van 22 tot 38 dB(A), waarbij de variaties voor een belangrijk deel het gevolg zijn van meer of minder wind. Op Schiermonnikoog kwamen de laagste achtergrondniveaus voor, in de Alde Feanen de hoogste.

Het maximum geluidsniveau van passerende vliegtuigen lag, gemiddeld per dag, tussen 36 en 53 dB(A) en lag 11 tot 27 dB boven het achtergrondniveau. De meeste vliegtuigen waren hoge straalvliegtuigen, zodat de afstand tot de grond en de hoeveelheid geluid niet zeer veel verschilden. Lawaaiiger passages waren steeds afkomstig van lager vliegende militaire vliegtuigen of kleine propellervliegtuigen, maar deze zijn grotendeels geëlimineerd bij de keuze voor het rustiger deel van elk gebied.

Bij wegverkeer was het maximumniveau per gebied kleiner: van 30 tot 46 dB(A). Op Schiermonnikoog kwam het maximale geluidsniveau van het wegverkeer maar weinig boven het achtergrondniveau uit (+6 tot +9 dB). Het weinige wegverkeer daar was dus ook vrij zacht. In tegenstelling daarmee werd wegverkeer in het rustige deel van het Drents-Friese Wold veel vaker gehoord en was het ook aanzienlijk luider (+11 tot +30 dB) en dus goed hoorbaar.

In tabel 2 is ook aangegeven welke maximumniveaus gemiddeld over de dag werden bepaald bij eerder onderzoek (zie referenties 2 en 3) in zeven gebieden gedurende in totaal 20 dagen. Ook hier betreft het de rustige delen van deze gebieden. Gegeven zijn de gemeten waarden voorzover de bronnen in een gebied inderdaad voorkwamen (niet alle categorieën van bronnen kwamen in elk gebied voor). De waarden in het Dwingelderveld en het Reitdiepdal komen overeen met die in de eerdere gemeten gebieden, die in de Groote Peel liggen alle lager.

Gemiddeld geluidsniveau per bron (L_{eq})

Tenslotte is nog vastgesteld wat de bijdragen van de verschillende bronnen waren aan de totale hoeveelheid geluid in het gebied of alleen in het rustiger deel. Daartoe is de hoeveelheid geluid van alle passages die in de geluidsregistraties zichtbaar waren, per bron en per dag bijeengenomen en gemiddeld over de gehele tijd van meten. Een overzicht is gegeven in tabel 3, waarbij alleen het rustiger deel van het gebied is beschouwd. Deze gemiddelde niveaus liggen meestal 11 tot 25 dB beneden de maximale niveaus in tabel 2. Tevens geeft tabel 3 het geluidsniveau gemiddeld over de hele meettijd per dag en per gebied van alle motorische bronnen tezamen. LKaat men daaruit de categorie tractoren weg omdat deze als gebiedseigen kunnen worden beschouwd, dan levert dat slechts éénmaal, in de Alde Feanen, een lagere waarde op.

Uit tabel 3 blijkt dat in de rustige delen het gemiddelde geluidsniveau per bron en per dag ligt tussen 14 en 38 dB(A); in de lawaaiiger delen (tabellen 6.2, 7.2, 8.2 en 9.2) was dat tussen 15 en 52 dB(A). De gemiddelde geluidsniveaus liggen het laagst op Schiermonnikoog. Tevens is in tabel 3 aangegeven welke niveaus gemiddeld over de dag

werden bepaald bij het eerdere onderzoek (zie referenties 2 en 3) in de rustige delen van zeven door SNM aangewezen gebieden. De waarden in het hier gepresenteerde onderzoek liggen binnen het bereik van de eerder gemeten waarden.

Tabel 3: equivalente geluidsniveau per gebied en per dag (inclusief en exclusief het geluid van tractoren) van alle motorische bronnen en per categorie in het rustiger deel van de onderzochte gebieden

gebied	dag	gemiddelde geluidsniveau L_{eq} per motorische bron in dB(A)						L_{eq} van alle motorische bronnen in dB(A)	
		vliegtuig	auto	boot	tractor	incl. tract	excl. tract		
NP Alde Feanen	di	28		38	19	39	39		
	wo	27			30	31	27		
Ameland	di	33	22		-	34	34		
	wo	25	14	17		26	26		
Schiermonnikoog	ma	21	-		-	21	21		
	di	25	-			25	25		
NP Drents-Friese Wold	di	34	-			34	34		
	wo	30	30			33	33		
	ma	32	31			34	34		
4 andere gebieden		21 - 36	14 - 47	17 - 40	16 - 47	21 - 49	21 - 47		

¹: als geen waarde is vermeld is deze bron niet waargenomen of in de registratie niet herkenbaar

Beoordeling verstoringen

Als men 40 dB(A) als streefwaarde neemt voor het hoogst toelaatbare gemiddelde geluidsniveau van een lawaaibron, dan blijken de bronnen daar in de rustiger delen van de gebieden steeds aan te voldoen; het lawaaiigst blijkt het waterverkeer in de Alde Feanen dat juist onder de 40 dB(A) blijft. In de gebieden als geheel, inclusief de lawaaiiger delen, voldoen echter het vliegverkeer daar niet of niet elke dag aan, terwijl in de Alde Feanen ook het waterverkeer (zie tabel 6.2) en in het Drents-Friese Wold ook het wegverkeer de 40 dB(A) overschrijden.

Een gemiddeld of equivalent geluidsniveau over een dag is echter geen goede maat om de hoorbaarheid van verstoringen te beoordelen. Zoals blijkt uit tabel 2 liggen de maximale niveaus (de hoogste niveaus tijdens de passages) meestal aanmerkelijk boven het achtergrondniveau en zijn afzonderlijke passages van vervoermiddelen daardoor vaak hoorbaar en soms luid. Als deze verstoringen niet thuishoren in de beleving van een gebied doen ze afbreuk aan de stilte, ongeacht het gemiddelde niveau (zie referentie 5). In de beleving van mensen is stilte niet zozeer de afwezigheid van geluid, maar de afwezigheid van lawaai, dus van ongewenst (niet passend, 'gebiedsvreemd') geluid.

INHOUD

1	INLEIDING	12
2	DOEL ONDERZOEK	13
3	OMSTANDIGHEDEN EN MEETLOCATIES	14
	3.1 Onderzoeksgebieden	14
	3.2 Selectie naar omstandigheden	14
	3.3 Selectie meetlocaties	15
	3.4 Meetperiode en duur	15
4	MEET- EN ANALYSEMETHODE	17
	4.1 Registratie geluiden	17
	4.2 Tijdsduur niet-natuurlijke geluiden	17
	4.3 Geluidsniveau niet-natuurlijke geluiden	18
	4.4 Geluidsniveau natuurlijke geluiden	19
	4.5 Hoorbaarheid van lawaai in natuurlijk omgevingsgeluid	21
5	RESULTATEN: INTRODUCTIE	23
6	NP DE ALDE FEANEN	26
	6.1 Omstandigheden bij metingen in de Alde Feanen	26
	6.2 Bijdrage gemotoriseerde bronnen	28
	6.3 Overzicht locaties	30
	6.4 Achtergrondgeluid	30
	6.5 Locaties met de hoogste geluidsniveaus	32
	6.6 Locaties met lagere geluidsniveaus	34
	6.7 Samenvatting en conclusies	35
7	AMELAND	37
	7.1 Omstandigheden bij metingen op Ameland	37
	7.2 Bijdrage gemotoriseerde bronnen	38
	7.3 Overzicht van locaties	40
	7.4 Achtergrondgeluid	42
	7.5 Locaties met de hoogste geluidsniveau's	43
	7.6 Locaties met lagere geluidsniveaus	44
	7.7 Samenvatting en conclusies	45

8	NP SCHIERMONNIKOOG	47
8.1	Omstandigheden bij metingen op Schiermonnikoog	47
8.2	Bijdrage gemotoriseerde bronnen	48
8.3	Overzicht per locatie	50
8.4	Achtergrondgeluid	51
8.5	Locaties met de hoogste geluidsniveaus	53
8.6	Locaties met lagere geluidsniveaus	54
8.7	Samenvatting en conclusies	55
9	NP HET DRENTS-FRIESE WOLD	57
9.1	Omstandigheden bij metingen in het Drents-Friese wold	57
9.2	Bijdrage gemotoriseerde bronnen	59
9.3	Overzicht per locatie	61
9.4	Achtergrondgeluid	61
9.5	De invloed van de provinciale weg N381	63
9.6	Locaties met de hoogste geluidsniveaus	65
9.7	Locaties met lagere geluidsniveaus	66
9.8	Samenvatting en conclusies	68
	REFERENTIES	70
	BIJLAGE MEET- EN ANALYSEMETHODE: uitvoering en toelichting	71
	B.1 Omstandigheden bij metingen in het gebied	71
	B.2 Bijdrage gemotoriseerde bronnen	71
	B.3 Overzicht van locaties	74
	B.4 Achtergrondgeluid	76
	B.5 Locaties met hoogste geluidsniveaus	76
	B.6 Locaties met lagere geluidsniveaus	77
	B.7 Samenvatting en conclusies	78

1 INLEIDING

In de zomer en herfst van 2005 zijn in opdracht van de provincie Friesland metingen verricht van het geluidsniveau in voor rustige recreatie geschikte (natuur)gebieden. Friesland wilde een onderzoek in vier gebieden om de geluidsniveaus in deze gebieden in kaart te brengen. Het onderzoek zou een objectief en systematisch beeld moeten geven van de verstoringen in het gebied. Het onderzoek sluit aan op vergelijkbaar onderzoek in andere gebieden (zie referenties 1, 2 en 3).

Dit onderzoek steunt op twee typen waarnemingen: luisteren en meten. Meten geeft een objectief beeld van de feitelijke geluidsniveaus maar is arbeidsintensief en daardoor moeilijk in te zetten om de geluiden in een gebied langdurig te kwantificeren. Wel kan simpelweg het geluidsniveau over lange tijd onbemand worden gemeten, maar er is vooralsnog geen mogelijkheid om daarin, ook onbemand, de herkomst of aard van de geluiden te herkennen. Dat laatste is cruciaal voor een vergelijking met menselijke waarneming, die zeer goed is in de herkenning van geluiden. Luisteren is dus vooralsnog nodig om te weten wat er gemeten wordt. Dit is met name nodig in relatief stille gebieden waar lawaaibronnen betrekkelijk ver weg zijn en wel goed gehoord, maar moeilijker gemeten kunnen worden.

De menselijke waarneming wordt vervolgens nog gekleurd door associaties met het herkende geluid: de één vindt bijvoorbeeld een vliegtuiggeluid mooi, de ander vervelend. Deze betekenistoekenning is van groot belang voor de hinderlijkheid van een geluid. Aan dat aspect wordt echter bij de waarnemingen in dit onderzoek voorbij gegaan.

De metingen en de verwerking van meetdata zijn grotendeels uitgevoerd door Jan Oudelaar. De begeleiding was in handen van Frits van den Berg. De contactpersoon bij de provincie Friesland was Peter Hamersma.

2 DOEL ONDERZOEK

De provincie Friesland wil van haar stiltegebieden een indruk hebben van de werkelijke mate waarin deze stil kunnen worden genoemd, dat wil zeggen niet gestoord door geluiden die er niet thuis horen. Omdat de provincie vele stiltegebieden kent, is er een selectie gemaakt uit verschillende natuurlijke omgevingen.

In dit onderzoek worden de geluidsdosis en het maximale geluidsniveau van motorische bronnen (meestal passages van afzonderlijke vlieg-, vaar- of voertuigen) bepaald. Daarbij wordt zo mogelijk gelet op de herkomst van de bronnen: over welke weg rijdt het op een locatie hoorbare verkeer, wat voor types vliegtuigen zijn hoorbaar? De opzet van het onderzoek is grotendeels overgenomen van eerder onderzoek naar verstoring in vier gebieden (zie referentie 2).¹

Op grond van deze overwegingen kan men dit onderzoek kenschetsen als het vaststellen van de huidige geluidssituatie, waarbij een aantal aspecten kunnen worden onderscheiden:

vaststellen van de aard en frequentie van de in het gebied voorkomende geluiden; de nadruk ligt daarbij op de door mensen voortgebrachte, met name *motorische* geluiden.

vaststellen van het achtergrondgeluidsniveau in (diverse delen van) het gebied.

zo mogelijk de herkomst van deze geluiden, dwz. het (spoor)weggedeelte waarvan trein- of autogeluid hoorbaar is, de aard van het vliegverkeer (civiel -groot en klein, militair, helicopters), de geografische herkomst van andere motorische geluiden.

Tevens kunnen de resultaten dienen als referentie voor latere (evaluatie-) metingen.

¹ het nieuwe onderzoek wijkt op één punt af: bij het bepalen van de tijdsduur van een verstoring wordt deze tijd in seconden gemeten; bij het voorgaande onderzoek werd de tijdsduur in hele minuten gemeten

3 OMSTANDIGHEDEN EN MEETLOCATIES

3.1 Onderzoeksgebieden

In overleg met de provincie Friesland is een selectie gemaakt van de in de provincie voorkomende stiltegebieden, waarbij een aantal verschillende omgevingen aan bod moesten komen. Gekozen is voor een relatief druk en minder druk waddeneiland (Ameland en Schiermonnikoog), een waterrijk gebied (de Alde Feanen) en een bosgebied (het Drents-Friese Wold). De gebieden zijn in de hoofdstukken 6 t/m 10 op kaarten weergegeven.

3.2 Selectie naar omstandigheden

Het geluid in een gebied kan sterk variëren in de loop der tijd. De variaties zijn in elk geval afhankelijk van het weer (vooral: windsnelheid en windrichting), de tijd van de dag, de dag van de week, en het seizoen. Om een representatieve indruk te krijgen van het gebied moet daarom in principe op zoveel tijdstippen worden gemeten dat alle variaties aan bod komen. Om dat onder alle voorkomende omstandigheden te doen vergt een aanzienlijke meetinspanning. Er moet daarom in de praktijk gekozen worden voor een zekere selectie van omstandigheden. In dit onderzoek wordt geselecteerd op:

windsterkte: hooguit matige wind (windkracht 4, liefst hooguit windkracht 3);

seizoen: zomer;

tijd: overdag;

dagtype: werkdag en zondag.

Een niet te hoge windsnelheid is van belang omdat het natuurlijke omgevingsgeluid bij harde wind zo hoog wordt dat relatief zachte (on)natuurlijke geluiden niet meer gehoord kunnen worden.

Wat het weer betreft worden twee voorwaarden gesteld: de wind mag niet harder dan matig zijn (niet groter dan windkracht 4 oftewel een windsnelheid van hooguit 8 m/s), maar bij voorkeur niet harder dan windkracht 3 (niet groter dan 5,4 m/s), en tijdens de meting mocht het niet (voortdurend) regenen. Als door de onderzoeker een dag was vastgesteld, maar kort daarvoor de weersvoorspelling op relatief veel regen of harde wind wees, werd een andere dag gekozen.

Opdat de overige variaties aan bod komen moet nog op verschillende tijdstippen (ochtend, middag) en bij verschillende windrichtingen worden gemeten. Verre geluidsbronnen hoort men vooral als de wind ongeveer uit de richting van de bron komt (of eigenlijk: als er geen tegenwind is); daarom zijn er waarnemingen bij verschillende windrichtingen nodig. Als op twee werkdagen wordt gemeten, dan is de keuze van de

eerste dag niet afhankelijk van de windrichting, maar bij de tweede dag moet voor een windrichting worden gekozen die (ongeveer) tegengesteld is aan die op de eerste dag.

Werkdagen verschillen van rustdagen (zon- en feestdagen): op werkdagen is er in het algemeen meer verkeer en menselijke bedrijvigheid, maar *in* recreatiegebieden verwacht men eerder minder mensen dan op zon- en feestdagen. Eerder is uit onderzoek gebleken dat er op een zondag of feestdag in stiltegebieden in de Randstad vaker gemotoriseerde bronnen hoorbaar waren dan op een werkdag (zie referentie 1). Anderzijds is uit meerdere onderzoeken gebleken dat de zondagochtend juist heel stil kan zijn omdat het verkeer dan later op gang komt (zie referentie 4). De zaterdag is waarschijnlijk een mix van beide dagtypen voor wat betreft het aantal werkenden en de omvang van recreatie-activiteiten.

3.3 Selectie meetlocaties

In elk gebied zijn maximaal negen locaties gekozen waar het geluid is gemeten. Steeds trok op één dag de onderzoeker door het gebied volgens een vooraf globaal uitgestippelde route.

De locaties zijn in overeenstemming met de uiteindelijke doelgroep van het onderzoek: rustige recreanten en dan met name wandelaars, fietsers, vissers en kanovaarders. Dat betekent dat locaties worden gekozen bij plekken en paden, ook aan het water, waar deze recreanten zich ophouden of voorbijkomen. Bij drukke wandel- of fietsroutes wordt niet direct aan de route gemeten, maar zo mogelijk op een tiental meters afstand van de route zelf om minder verstoring te hebben door het geluid van voetstappen en wielen op schelpenpaadjes en gepraat van passerenden. Het gaat immers vooral om verstoring door lawaai van motoren, e.d. Ook echte stille plekken in het gebied konden desgewenst bij het onderzoek worden betrokken. Meten in de directe nabijheid van een (lokale) lawaaibron, bijvoorbeeld een stalventilator of tractor, moest worden vermeden.

Voor de keuze van de locaties wordt eerst (de begrenzing van) het gebied aangewezen waarin gemeten wordt. Daarbinnen worden dan de meetpunten punten min of meer gelijkmatig verdeeld: deze punten liggen aan paden of rustige weggetjes buiten bebouwde kernen.

Op basis van deze overwegingen zijn meetlocaties gekozen in overleg met de vertegenwoordiger van de provincie. De locaties zijn door ons beoordeeld op spreiding over het onderzoeksgebied, bereikbaarheid en afstand tot al of niet relevante lawaaibronnen.

3.4 Meetperiode en duur

De metingen zijn verricht in de periode 16 augustus tot en met 3 oktober 2005. De metingen vonden steeds overdag plaats en vrijwel steeds tussen 10 en 19 uur. Dit zijn tijden die ook voor recreatie relevant zijn.

Volgens het seizoensoverzicht van de Klimatologische Dienst van het KNMI was van de zomer van 2005 (juni, juli, augustus) de tweede helft nat en koel en bracht juist de vakantieperiode meest koel en wisselvallig weer. Augustus was, ondanks een zomers einde, als geheel koel (1 °C onder normaal). In augustus viel meer regen dan gebruikelijk (82 mm tegen normaal 62 mm), maar was het aantal uren zonneschijn vrijwel gemiddeld (193 uur tegen langjarig gemiddelde van 198 uur). De eerste tien dagen van september 2005 waren zeer warm voor de tijd van het jaar (hoewel in het uiterste noorden de zomerse grens van 25 °C graden niet werd overschreden), daarna daalde de temperatuur en was het eerst koel voor de tijd van het jaar, daarna gemiddeld. Het zonnigst was het in het noorden van het land. Landelijk gemiddeld was september aan de droge kant maar er kwamen rond medio september zware buien voor.

Er werd per gebied op twee werkdagen gemeten bij min of meer tegengestelde windrichtingen. De meettijd per dagdeel ('s morgens, 's middags) per locatie is kort (10 minuten) omdat de nadruk ligt op het gebied, niet op afzonderlijke punten in het gebied. In totaal werd per meetdag een meet- en waarneemtijd van ca. 2 uur en 40 minuten voorzien. Op Ameland is dat wat korter geworden (2 uur en 20 minuten), Omdat per gebied op twee dagen is gemeten (in het Drents-Friese Wold 2½ dag) is de meettijd per gebied ca. 5 uur, per locatie (meestal) 40 minuten.

4 MEET- EN ANALYSEMETHODE

4.1 Registratie geluiden

De volgende zaken worden bepaald:

de tijd dat niet-natuurlijk geluid aanwezig is.

het niveau van het niet-natuurlijke geluid.

het niveau van het natuurlijke omgevingsgeluid.

Deze onderdelen moeten nader worden gepreciseerd. Wat is bijvoorbeeld 'het' niveau van dat omgevingsgeluid als dat geluid voortdurend in sterkte varieert, zowel binnen een minuut als over dagen. Is dat de gemiddelde waarde, het maximum, het 'basale' niveau juist zonder de uitschieters? In de volgende paragrafen wordt toegelicht welke grootheden uit de registraties worden bepaald.

Een registratie bestaat uit twee delen: een opeenvolging van geluidsniveaus die per seconde zijn gemeten (geluidsregistratie), en een chronologische lijst van geluiden die tezelfdertijd zijn waargenomen en genoteerd. De metingen zijn uitgevoerd met een zelfregistrerende geluidsmeter SLS95 van het merk 01dB, en regelmatig geijkt met een ijkbron van het merk Cal.

4.2 Tijdsduur niet-natuurlijke geluiden

De tijd dat niet-natuurlijke geluiden voorkomen is bepaald door per seconde te bepalen of (en welk) geluid door de onderzoeker met het gehoor is waargenomen. Daarbij is onderscheid gemaakt naar de volgende bronnen:

vliegtuigen

treinen

auto's

brommers, scooters of motorrijwielen

tractoren

(motor)boten

overige bronnen: (industriële) werkzaamheden en bedrijvigheid

Als binnen één passage meerdere exemplaren van dezelfde bronsoort worden gehoord, bijvoorbeeld een paar fietsers of twee tegelijk passerende auto's, dan is dat als één passage geteld. De door bron X verstoorte tijd in een gebied is de som van alle seconden van alle locaties waarin bron X werd gehoord. Deze verstoorte tijd wordt gegeven als percentage van het totaal aantal seconden dat in het gebied gemeten is.

De bronnen 1 - 6 zijn alle mechanische, gemotoriseerde bronnen. De overige bronnen (7) kunnen bouwwerkzaamheden, industrie of andere bedrijvigheid betreffen en zoniet

motorische, dan in elk geval mechanische geluiden. Het zijn bronnen die, wellicht met uitzondering van bronnen 5 en 6, in natuurgebieden niet 'thuis horen' (in het jargon: 'gebiedsvreemd' of 'niet-gebiedseigen'). In het onderstaande is niet zozeer gekozen voor een onderscheid 'al of niet gebiedseigen', maar voor 'al of niet motorisch'. Voor de beoordeling van 'stilte' is 'gebiedseigen' een lastig criterium: kan men behalve een tractor ook de auto van een boer of boswachter als gebiedseigen zien, net als voer aanleverende of hout, melk of mest ophalende vrachtwagens of de door een boerenzoon opgevoerde brommer? En zijn stalventilatoren en kettingzagen ook 'gebiedseigen'? Om deze redenen is hier een objectief criterium, namelijk al of niet met motor, gekozen. Gemotoriseerd is niet-natuurlijk. De bijdrage van gebiedseigen tractoren kan echter wel apart worden herkend in de gegevens.

De tijden zijn gegeven als percentage van de meettijd. Voor de totaalpercentages (alle bronnen tesamen) is rekening gehouden met het feit dat geluiden tegelijkertijd kunnen voorkomen. Bij de berekening van het totaalpercentage is er van uitgegaan dat de bronnen met dezelfde regelmaat voorkomen gedurende de meettijd en dat bronnen dus kunnen overlappen. Bij de percentages per bron is gegeven hoe vaak alleen die bron hoorbaar was, bij het totaalpercentage hoe vaak er één of meer bronnen tegelijkertijd werden waargenomen. Het totale percentage is daardoor lager dan de som van de percentages van de afzonderlijke bronnen.

Uit eerder onderzoek (referentie 7) blijkt dat de meeste bronnen gedurende ongeveer een halve minuut zichtbaar is in een registratie, kleine vliegtuigen gemiddeld wat langer en trekkers soms veel langer.

4.3 Geluidsniveau niet-natuurlijke geluiden

Het niveau van niet-natuurlijke geluiden is bepaald door van afzonderlijke passages van gemotoriseerde bronnen het maximum geluidsniveau L_{\max} en de hoeveelheid geluid per passage L_D te bepalen (L = Level = engels voor Niveau). Als het maximum niveau hoger is dan het niveau van het (overige) omgevingsgeluid, dan zal men de passage kunnen horen. Het L_{\max} en de geluidsdosis L_D zijn achteraf bepaald uit de registraties van het geluidsniveau per locatie. Omdat deze alleen betrouwbaar bepaald kon worden als de passage duidelijk herkend kon worden in de registratie, worden aldus in feite alleen van de luidere passages de geluidsniveaus bepaald; minder luide werden wel gehoord, maar waren niet herkenbaar in de registratie.

Met behulp van de geluidsdosis, die bij meer passages wordt gesommeerd over alle passages, is per locatie het gemiddelde of equivalente geluidsniveau $L_{eq,T}$ te bepalen, door de dosis te delen door de tijd dat op de locatie gemeten is.¹

Bij een (min of meer) constant aanhoudend geluid, bijvoorbeeld van een snelweg, zijn er geen afzonderlijke passages meer: het geluid is er steeds. In dat geval kan het gemiddelde geluidsniveau (eventueel na het verwijderen van stoorgeluiden) direct uit de geluidsregistratie van 10 minuten worden bepaald en heeft men weer het $L_{eq,T}$ met $T = 10$ minuten.

Indien het aldus bepaalde equivalente geluidsniveau tengevolge van bijvoorbeeld wegverkeer bepaald is over een representatieve periode, dan kan het desgewenst vergeleken worden met het niveau dat berekend is op grond van het aantal en de categorieën voertuigen op een weg, waarbij rekening wordt gehouden met wegdek, snelheid en eventuele obstakels in de omgeving. Bij een dergelijke berekening zijn de invoergegevens waarden die gebaseerd zijn op gemiddelden over lange duur.

Men kan verwachten dat een meting en berekening voor kleine afstanden goed overeen komen, maar voor grotere afstanden (meer dan ca. 500 meter) is het op een bepaalde tijd optredende geluidsniveau sterk afhankelijk van de toestand van de atmosfeer. In dit onderzoek is de tijd op één locatie ten opzichte van een bepaalde bron (spoorweg of weg, vliegroute) zo gering dat het onwaarschijnlijk is dat het gemeten geluidsniveau precies gelijk is aan het berekende geluidsniveau voor de lange duur.

4.4 Geluidsniveau natuurlijke geluiden

Natuurlijke geluiden kunnen op basis van alléén het geluidsniveau niet altijd worden onderscheiden van niet-natuurlijke geluiden. In dit onderzoek worden echter alle niet-natuurlijke geluiden genoteerd zodat deze later in de geluidsregistratie kunnen worden opgespoord. Vaak gaat het op een bepaalde locatie om afzonderlijke passages van auto's, vliegtuigen of treinen die luider zijn dan, en daarom herkenbaar in, het overige omgevingsgeluid. Het van nature aanwezige geluid is daarom vaak herkenbaar als de laagste geluidsniveaus die ter plaatse voorkomen. Dat is het 'achtergrondgeluid': het geluidsniveau dat bij de heersende omstandigheden van nature aanwezig is en dat door windgeruis en een veelheid van onbestemde, zachte geluiden van veraf wordt bepaald. Daarnaast kunnen ook meer nabije en luidere natuurgeluiden, zoals van vogels, aanwezig zijn.

Voor het niveau van het op de achtergrond aanwezige geluid wordt het referentieniveau genomen zoals dat gebruikelijk is in de Nederlandse wet- en regelgeving betreffende

¹ door het karakter van de eenheid decibel kan de middeling niet direct worden gedaan, maar moet logaritmisch worden gemiddeld: $L_{eq,T} = L_D - 10 \cdot \log(T)$

geluid. Het referentieniveau is het geluidsniveau dat gedurende 95% van de tijd wordt overschreden en wordt wel aangeduid als het L_{95} . Gedurende 5% van de tijd is het geluidsniveau dus lager dan het L_{95} . Het L_{95} is daarmee een weergave van het geluid dat vrijwel steeds aanwezig is, ook (juist !) in de stille momenten: het achtergrondgeluid.

Het getal 95 is in feite willekeurig: men had ook kunnen kiezen voor bijvoorbeeld het L_{90} , dus het geluidsniveau dat gedurende 90% van de tijd wordt overschreden, of het L_{85} of zelfs L_{83} . Wel is belangrijk dat eenzelfde percentage wordt aangehouden, zodat waarden onderling vergelijkbaar zijn.

Het L_{95} wordt in dit onderzoek bepaald op basis van alle geluid binnen de meettijd, dus het natuurlijke zowel als het niet-natuurlijke. Als een hard geluid slechts korte tijd aanwezig is, dan zal het weinig of geen invloed hebben op het L_{95} , omdat met het L_{95} juist de stilste 5% van de meettijd wordt gezocht. Afzonderlijke passages van auto's en vliegtuigen, maar ook het fluiten van vogels of geloei van een koe, het 'voorgroundgeluid', zullen dus weinig of geen invloed hebben op het L_{95} , mits ze voldoende kort duren ten opzichte van de meettijd. Met het L_{95} meet men het achtergrondniveau 'tussen de voorgroundgeluiden door'.

Anderzijds zal een voortdurend geluid, ook als het zacht is, wel invloed hebben op het L_{95} : het zal immers de stilte opvullen en dus juist de stilste 5% bepalen. Een snelweg, een continu werkend bedrijf of een nabije stad zullen dus wel van invloed kunnen zijn op het L_{95} .

Op basis van deze overwegingen kan men stellen:

vogels, passerende auto's, treinen of vliegtuigen (kortdurende geluiden) zijn weinig of niet van invloed op het L_{95} ;

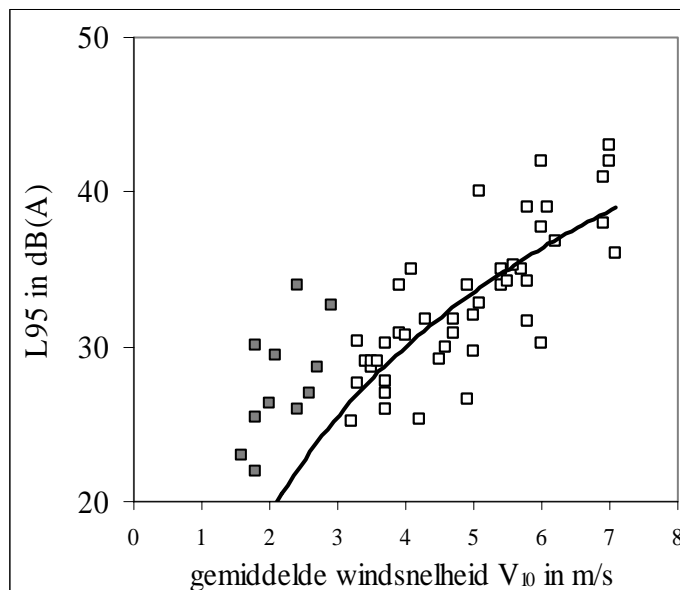
een redelijk drukke weg, veel vogels (vele kortdurende geluiden) kunnen invloed hebben op het L_{95} ;

druk vliegverkeer, snelwegen, door wind veroorzaakte geluiden (voortdurend aanwezig geluid) bepalen het L_{95} .

Als men een niet-natuurlijk geluid (vrijwel) constant hoort, dan is te verwachten dat het L_{95} door dat geluid wordt bepaald. Als men dat geluid maar gedurende een beperkt deel van de tijd hoort, dan zal het L_{95} vooral door natuurlijke bronnen worden bepaald. Men kan overigens stellen dat als een niet-natuurlijk geluid niet als zodanig herkend wordt (bijvoorbeeld een verre snelweg die kan lijken op windgeruis), het de natuurlijke geluiden kennelijk niet verstoort.

Bij eerdere onderzoeken in rustige (meest: stilte-) gebieden in Nederland is eveneens overdag in de zomerperiode het achtergrondniveau bepaald. In figuur 4.1 is het resultaat gegeven, waarbij het achtergrondniveau L_{95} is uitgezet tegen de windsnelheid V_{10} op 10 meter hoogte (gemiddeld over de meettijd gegevens van het meest nabije KNMI-station). Het betreft in totaal 57 dagen (met een meetduur van meestal 3 uur) in 28 verschillende

gebieden, inclusief deze in Friesland.¹ De niveaus blijken met de windsnelheid toe te nemen, maar de windsnelheid bepaalt kennelijk niet alléén het geluidsniveau. Een hoger niveau dan gemiddeld kan optreden door meer windgeruis (nabij ruisende vegetatie), minder beschutting (minder afscherming van wind en geluid), een verhoging door verkeersgeluid of doordat de windsnelheid ter plekke afweek van die van het meest nabije KNMI-station. Uit de figuur blijkt dat de achtergrondniveaus bij de laagste windsnelheden (< 3 m/s: zwakke wind) relatief hoog



Figuur 4.1: symbolen: achtergrondniveau L_{95} in 28 gebieden over 57 meetdagen; lijn: gemiddelde voor méér dan zwakke wind ($V_{10} > 3$ m/s)

liggen: het windgeruis is daar zo gering dat andere geluiden (meestal ver wegverkeer) het achtergrondniveau bepalen. Het gemiddelde achtergrondniveau is weergegeven als een lijn in figuur 4.1 (daarbij zijn de laagste waarden –de zwarte merktekens in de figuur bij $V_{10} < 3$ m/s– buiten beschouwing gelaten). Deze lijn heeft de vergelijking:

$$L_{95} = 36 \cdot \log(V_{10}) + 8 \text{ dB(A)}$$

Deze ‘trendlijn’ zal hierna als referentie worden gebruikt bij de in de gebieden gemeten waarden van het L_{95} .

4.5 Hoorbaarheid van lawaai in natuurlijk omgevingsgeluid

In benadering kan men stellen dat een lawaai hoorbaar is als het luider is dan het omgevingsgeluid, dus als het geluidsniveau van het lawaai groter is dan het niveau van het omgevingsgeluid.¹ Het niveau van het omgevingsgeluid is echter niet constant, zodat men dat per moment zou moeten beoordelen. Met het gebruik van het referentie-niveau of het niveau van het achtergrondgeluid is door de overheid gekozen voor een statistische

¹ De achtergrondniveaus per dag en gebied komen uit eigen onderzoek in alle eerdere stille gebieden (referenties 1, 2 en 3, dit onderzoek, en ongepubliceerd onderzoek in Drenthe)

¹ dit geldt bij een overeenkomstig geluidsspectrum van verkeer en achtergrondgeluid; als een bron ver weg is en door absorptie hoge tonen sterk zijn gedempt, is het spectrum echter al niet gelijk aan dat van dezelfde bron op korte afstand.

benadering van de hoorbaarheid. Men kan dit op afzonderlijke geluiden of op een continu geluid toepassen:

als bij passages van voer- of vliegtuigen het L_{\max} van de passages kleiner is dan het L_{95} , dan zal men ze in 95% van de gevallen niet kunnen horen.¹

als van een snelweg op afstand het L_{eq} van het (constante) geluid kleiner is dan het L_{95} , dan zal men de weg gedurende 95% van de tijd niet kunnen horen.

Als een ander statistisch niveau wordt gekozen, dan zal dit gevolg hebben voor het percentage tijd dat het lawaai hoorbaar is. Is bijvoorbeeld het niveau van het lawaai kleiner dan het L_{50} van het omgevingsgeluid, dan zal het lawaai gedurende hooguit 50% van de tijd hoorbaar zijn.

Gemiddeld over alle gebieden en dagen zal dus bij een passage van een bron met een L_{\max} boven de trendlijn in figuur 4.1 de bron (kort) hoorbaar zijn. Als ook het L_{eq} boven de trendlijn uit komt, zal de bron (vrijwel) continu hoorbaar zijn.

¹ in feite is dit een simplificatie van een tamelijk ingewikkeld probleem; weinig oplettende personen zullen (sommige) bronnen zelfs niet opmerken als ze luider zijn (L_{\max} of $L_{eq} > L_{95}$) ; nauwkeurige waarnemers kunnen een bron nog horen als deze minder luid is (L_{\max} of $L_{eq} < L_{95}$)

5 RESULTATEN: INTRODUCTIE

De gebieden worden hierna in drie opeenvolgende hoofdstukken beschreven en geanalyseerd. Daarbij is de volgorde als volgt:

H. 6: NP De Alde Feanen

H. 7: Ameland

H. 8: NP Schiermonnikoog

H. 9: NP Het Drents-Friese Wold

De zeven of acht meetlocaties zijn per gebied aangegeven met een nummer (1, 2, 3, ...) en zijn voorzien van een naam die te maken heeft met de locatie. In principe is per dag op elke locatie tweemaal gemeten, namelijk in een eerste meetronde (ochtend tot vroege middag) en een tweede (middag tot vroege avond), steeds gedurende 10 minuten = 600 seconden. Deze meetronden worden aangegeven met een a of b; 2a betreft dus de eerste meting op locatie 2, 6b de tweede meting op locatie 6. In het Drents-Friese Wold is op drie dagen gemeten in plaats van twee, maar is op één dag maar één meetronde uitgevoerd; de totale meettijd per locatie bedraagt hier 60 minuten.

De voornaamste resultaten die worden gegeven zijn het percentage tijd dat een gemotoriseerde bron werd waargenomen en het equivalente geluidsniveau (L_{eq}) per gemotoriseerde bron, steeds per categorie gemotoriseerde bron. Daarbij kan men zich het gegeven L_{eq} voorstellen als het gemiddelde geluidsniveau van die bron in het gebied. In principe (namelijk als het voldoende representatief is voor de lange duur) kan dat met een streefwaarde, bijvoorbeeld 40 dB(A),¹ worden vergeleken. Of de streefwaarde voor het geheel van de (gebiedsvreemde) motorische bronnen zou moeten gelden of per categorie, en binnen een categorie bijvoorbeeld per weg, is niet wettelijk vastgelegd. In overeenstemming met de beoordeling van geluidsbelasting op woningen zou de geluidsbelasting op één locatie moeten worden beoordeeld per bron, en zelfs per (spoor)weg of vliegveld, en speelt cumulatie, dus het tegelijk optreden van meerdere bronnen, geen rol. Er is echter geen dwingende reden, vanuit stiltebeleving noch wettelijk, om dat bij de beoordeling van stiltegebieden ook zo te doen.

Het L_{eq} is dus het gemiddelde, het over de tijd 'uitgesmeerde' geluidsniveau. Tijdens bijvoorbeeld één enkele passage van een vliegtuig treedt het hoogste geluidsniveau (het L_{max}) op als hij passeert (voor dit maximum niveau zijn voor stiltegebieden geen streef- of grenswaarden vastgelegd). Gemiddeld over de hele tijdsduur dat het vliegtuig hoorbaar is ligt het niveau natuurlijk lager dan het L_{max} . Voor de berekening van het gemiddelde niveau L_{eq} is daarom de tijdsduur waarover dit niveau berekend wordt van belang. Als er

¹ een streefwaarde van 40 dB(A) wordt in Nederland in de praktijk veel gehanteerd, maar deze heeft geen wettelijke status

maar één vliegtuig per uur passeert, dan is het L_{eq} over het hele uur lager dan het L_{eq} alleen tijdens de passage. Als er meer vliegtuigen overkomen in dat uur, stijgt het L_{eq} weer.

Van alle passages binnen een meetperiode wordt ook een gemiddeld L_{max} berekent, het gemiddelde van alle hoogste niveaus tijdens een passage. Het optellen en middelen van geluidsniveaus gaat niet eenvoudig rekenkundig vanwege de (logaritmische) eigenaardigheid van de decibel.

Bij de interpretatie van de resultaten speelt ook het achtergrondgeluid (L_{95}) een belangrijke rol: men kan het L_{95} zien als het basale geluidsniveau dat op een locatie of in een gebied aanwezig is en dat meestal door natuurlijke geluiden wordt bepaald. Het L_{95} wordt beïnvloed door windgeruis in vegetatie. Alleen bij voortdurend op de achtergrond aanwezig ander geluid (bijvoorbeeld van een snelweg) kan het L_{95} door motorisch geluid worden bepaald. Als het L_{95} door natuurlijke geluiden wordt bepaald dan is dat het laagste haalbare geluidsniveau: door maatregelen aan motorische bronnen kan men geen lagere waarden bereiken. Het verschil tussen het L_{max} van een motorische bron en het L_{95} van de achtergrond geeft een indruk van de luidheid van de bron tijdens de passage, en daarmee van de akoestische 'impact' van die bron op het gebied. Het L_{eq} is voor de impact wellicht een zinvolle maat, maar er is geen eenduidige relatie met de hoorbaarheid¹ en ook de relatie met hinder is (nog) niet duidelijk.

Een belangrijke stap in de analyse is dat na een overzicht van meetwaarden over het hele gebied de locaties met de hoogste geluidsniveaus nader worden onderzocht. Als de verhoging het gevolg is van motorische bronnen, en niet van een natuurlijk geluid zoals windgeruis, dan wordt zo'n locatie als lawaaiig beschouwd. Als bekend is waarom een locatie lawaaiig is, dan zijn ook maatregelen denkbaar om het lawaai te verminderen, zoals een weg afsluiten voor gemotoriseerd verkeer, elektrische motoren gebruiken in plaats van verbrandingsmotoren, brommers controleren op geluid, een vliegroule verleggen, enz.

Vervolgens kan het rustige deel van het gebied gekarakteriseerd worden door uit de meetgegevens van het gebied de lawaaiige locaties en lawaaiige gebeurtenissen te verwijderen. Voor dat rustige deel kan opnieuw bepaald worden welk percentage van de tijd verstoord is door motorische bronnen en wat daar het L_{eq} per bron is. Daarbij wordt ook gemiddeld over de verschillende locaties in het rustige deel, omdat wordt aangenomen dat deze niet duidelijk onderling verschillen qua geluidsbelasting. Op basis van deze veronderstelling zou het middelen over bijvoorbeeld 5 locaties hetzelfde opleveren als het middelen over een 5 keer zo lange meettijd op één locatie. Dat rustige

¹ een bepaalde waarde van het L_{eq} kan het gevolg zijn van een constant geluid (waarvan dus de luidheid niet verandert), of van af en toe een harder geluid met daartussen stilte; de mate van hoorbaarheid daarvan in een stil gebied is niet hetzelfde en de beleving ervan is dan ook niet vanzelfsprekend hetzelfde.

deel, dat niet geheel gevrijwaard zal zijn van geluid van motorische bronnen, geeft aan welke mate van verstoring in het hele gebied over zou blijven als de lawaaiigste plekken ook rustig zouden worden. Deze mate van verstoring, vooral afkomstig van verder liggende wegen en van overvliegende vliegtuigen, kan alleen door verdergaande inspanning worden verminderd.



6 NP De Alde Feanen

6.1 Omstandigheden bij metingen in de Alde Feanen

Het Nationaal Park de Alde Feanen heeft zijn oorsprong in de vervening die doorging tot in de 19de eeuw. Daarna ontstond een afwisselend landschap dat bestaat uit open water, sloten, uitgestrekte rietvelden en moerasbos.

Het omgevingsgeluid wordt hier bepaald door het ruisen van riet en bladeren aan de bomen, de golfslag van het water tegen de waterkant en vogelgeluiden. Ook hoorbaar zijn motorboten, de golfslag tegen varende boten, klapperende zeilen, geluiden van recreanten en trekkers. Bij motorboten hangt het geproduceerde motorgeluid veelal samen met het type boot, zowel qua luidheid als qua klank. Geluiden van buiten het gebied zijn ook waarneembaar, zoals trekkers in de omliggende landbouwgebieden, vrachtboten in het Prinses Margrietkanaal en overkomende vliegtuigen.

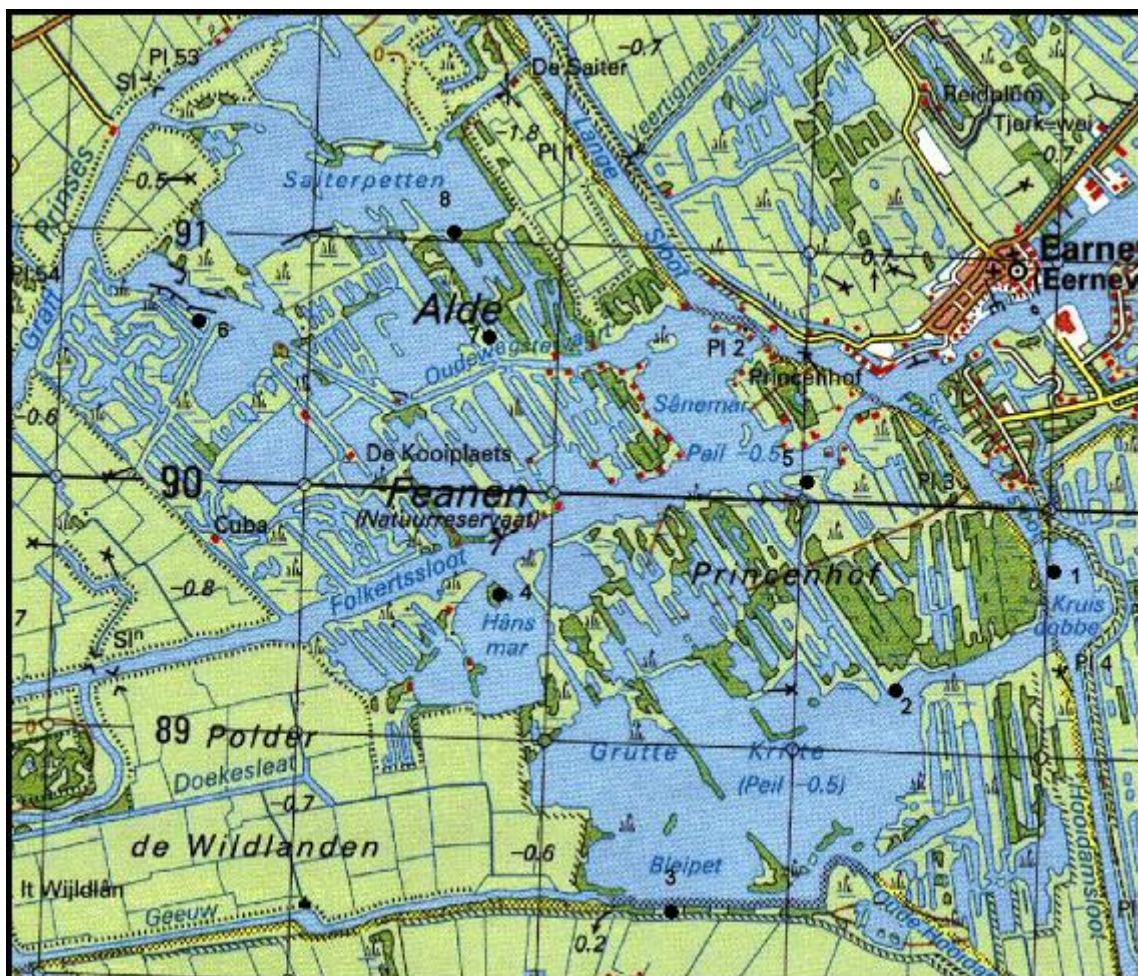
De Alde Feanen is voor het grootste deel alleen toegankelijk over het water. Voor de verplaatsingen tussen de meetlocaties is daarom gebruik gemaakt van een (motor)boot. Er is gekozen voor acht meetlocaties. Het verplaatsen per boot vergt veel tijd, daarom is afgeweken van het bezoeken van de meetlocaties in steeds dezelfde volgorde. Daardoor wordt niet op alle locaties voldaan aan het criterium van een zo groot mogelijk tijdsverschil tussen twee metingen op dezelfde meetlocatie. De meettijd is in principe 20 minuten (twee keer 10 minuten) per locatie per dag.

Er is gekozen om de meting steeds op het land uit te voeren, omdat de golfslag van het water tegen de kade en de boot het achtergrondniveau kan bepalen. Op locatie zeven is

echter wel vanuit de boot gemeten. Op deze locatie, in een smalle sloot, wordt de golfslag gedempt door het omliggende rietveld.

De kaart in figuur 6.1 geeft de ligging van de afzonderlijke meetlocaties. De meetperiode viel op beide dagen tussen 9:50 en 18:10 uur. De netto meettijd bedroeg per dag ruim twee en een half uur. De meetlocaties zijn als volgt :

- 1 Aanlegplaats, op de kruising van Fokke Sloot, Kruisdobbe en Hooidamsloot
- 2 Aanlegplaats, kruising van Raamsloot en Kruisdobbe
- 3 De middelste aanlegplaats aan het Bleipet in het Grutte Kritte
- 4 Aanlegplaats op het eilandje in het Hanse Mar
- 5 Aanlegplaats aan het Sanemar bij de Raamsloot
- 6 Aanlegplaats in het Holstmar bij het uitzichtpunt
- 7 Enkele tientallen meters vanaf de kruising van de Oudewegstervaart met een kanoroute, in het riet
- 8 Aanlegplaats in het Saiterpetten bij de overdraagplaats voor kano's



Figuur 6.1: ligging van de meetlocaties (●1 t/m ●8) in de Alde Feanen

Tabel 6.1 geeft een overzicht van meettijden en meetomstandigheden, gerangschikt naar datum van meting. De windsnelheid is de gemiddelde windsnelheid tussen de in tabel 6.1 aangegeven begin- en eindtijd. Deze is bepaald uit door het KNMI verstrekte gegevens van station Leeuwarden.

Tabel 6.1: data en weersomstandigheden tijdens de meetdagen

dag	datum	tijd begin eind	meet- duur (min)	wind- snelheid kracht (m/s) (Bft)	windrichting	bewol- kings graad	max temp (°C)
6 sept 05	di	9:50 18:00	160	1.8 2	249° W	6/8	26
28 sept 05	wo	10:00 18:10	160	6 4	247° W	5/8	17

6.2 Bijdrage gemotoriseerde bronnen

In tabel 7.2 is een overzicht gegeven van alle door gemotoriseerde bronnen veroorzaakte verstoringen in de Alde Feanen, uitgesplitst per dag en per bron. Op beide dagen samen waren gedurende 69% van de meettijd gemotoriseerde bronnen hoorbaar. Op de eerste meetdag, dinsdag, is dit aandeel het grootst: 88% van de meettijd is er sprake van verstoring door motorische bronnen. Op de tweede meetdag, woensdag, was dit percentage 47%. Het grote verschil tussen beide dagen wordt veroorzaakt door de categorie boten die op dinsdag in 79% van de tijd hoorbaar zijn en op woensdag veel minder, slechts in 24% van de meettijd. Een verklaring hiervoor is waarschijnlijk de zomerse temperatuur van 26° C op de eerste meetdag en (daardoor) de aanwezigheid van veel recreanten. Op woensdag 28 september waren er zeer weinig recreanten, stond er meer wind en lag de temperatuur lager.

De grootste bijdrage in de verstoring op dinsdag komt van boten en vervolgens van vliegtuigen. Het verschil in verstoorde meettijd veroorzaakt door vliegtuigen is opmerkelijk: op de eerste meetdag 33% en op de tweede meetdag 14%. Een mogelijke verklaring hiervoor is de hogere windsnelheid op de tweede meetdag. Het achtergrondgeluid neemt dan toe door het ruisen van riet en de bladeren aan de bomen, waardoor minder luide vliegtuigen minder goed hoorbaar zijn en minder duidelijk in de registratie te herkennen.

Voor trekkers geldt het tegendeel: op dinsdag werden deze gedurende 12% van de tijd gehoord en op woensdag was de bijdrage 18%. Auto's, brommers, scooters en motoren zijn niet of nauwelijks waargenomen.

In tabel 6.2 staan per bron tevens de maximale en equivalente geluidsniveaus gespecificeerd. Het maximale geluidsniveau van een bepaalde bron, waarbij steeds het gemiddelde is genomen over alle keren dat de bron op die dag werd gemeten, wordt voornamelijk bepaald door de afstand van de bron tot de geluidsmeter.

Tabel 6.2: percentage verstoorde tijd en geluidsniveaus tengevolge van de meest voorkomende motorische bronnen in de Alde Feanen

dag	datum	vliegtuig	auto	boot ¹	tractor	br/mo ¹	Totaal
		Percentage van meettijd dat bron werd waargenomen					
beide dagen		24%	1%	51%	15%	0%	91%
di	6 sep	33%	0%	79%	12%	0%	124%
wo	28 sep	14%	1%	24%	18%	0%	57%
		L _{max} , gemiddelde van maximale passageniveaus per bron in dB(A)					
di	6 sep	50,9		56,0	42,8		
wo	28 sep	73,0		53,9	45,4		
		L _{eq} , gemiddelde (equivalente) geluidsniveau van alle passages in dB(A)					
							L _{eq} (mot)
di	6 sep	36,5		46,4	23,2		46,9
wo	28 sep	45,8		37,7	28,3		46,5

¹: als geen waarde is vermeld is deze bron niet waargenomen of in de registratie niet herkenbaar

Boten en vliegtuigen veroorzaken de hoogste geluidsniveaus. Uit de waarneming in het veld blijkt dat de grotere plezierjachten lagere geluidsniveaus produceren dan de kleinere boten met een buitenboordmotor. Ook grote vrachtschepen produceren hoge geluidsniveaus; deze zijn vooral waargenomen op locatie 1 en dan ging het om nabije passages. Bij de categorie boten zijn de verschillen tussen de maximale niveaus gemiddeld op beide dagen klein (56 om 54 dB(A)), net als bij de categorie trekkers (43 om 45 dB(A)). Bij de categorie vliegtuigen wordt de hoge waarde op woensdag vooral veroorzaakt door twee in formatie vliegende straaljagers: het maximale niveau van alleen die straaljagerpassage is 76 dB(A). Zonder deze straaljagers is het gemiddelde L_{\max} van vliegtuigpassages afgerond 51 dB(A), dus in overeenstemming met de waarde op dinsdag.

Ook aan het equivalente geluidsniveau $L_{eq}(\text{mot})$ ten gevolge van alle motorische bronnen is de bijdrage van vliegtuigen en boten het grootst. Bij boten varieert deze bijdrage, afhankelijk van de dag, van 38 tot 46 dB(A). Voor vliegtuigen varieert de bijdrage aan het $L_{eq}(\text{mot})$ van 37 dB(A) op dinsdag tot 46 dB(A) op woensdag. Het hogere niveau op woensdag wordt vooral veroorzaakt door de eerder genoemde straaljagers. Bij verwijdering van deze straaljagers uit de metingen blijft er nog één vliegtuigpassage over in de meting en daalt het gemiddelde geluidsniveau van vliegtuigen naar, afgerond, 26 dB(A). Het $L_{eq}(\text{mot})$ wordt na verwijdering van deze straaljagers vooral door boten bepaald.

Trekkers dragen op de woensdag met 28 dB(A) meer bij aan het $L_{eq}(mot)$ dan op dinsdag met een lagere bijdrage van 23 dB(A). De overige categorieën dragen niets bij aan het $L_{eq}(mot)$.

6.3 Overzicht locaties

In tabel 6.3 is een overzicht gegeven van de per dag over de gehele meettijd bepaalde geluidsniveaus in het gebied. In figuur 6.2, 6.3 en figuur 6.4 staan de geluidsniveaus uitgezet per 10 minuten meten op de verschillende meetlocaties, met ter vergelijking de waarden van de gehele dag volgens tabel 6.3. Er is op elke locatie in principe twee keer gemeten: in de ochtend of vroege middag (a), en enige tijd later nogmaals in de middag of vroege avond (b).

Tabel 6.3: statistische en gemiddelde (L_{eq}) waarden van het niveau van alle omgevingsgeluid in de Alde Feanen

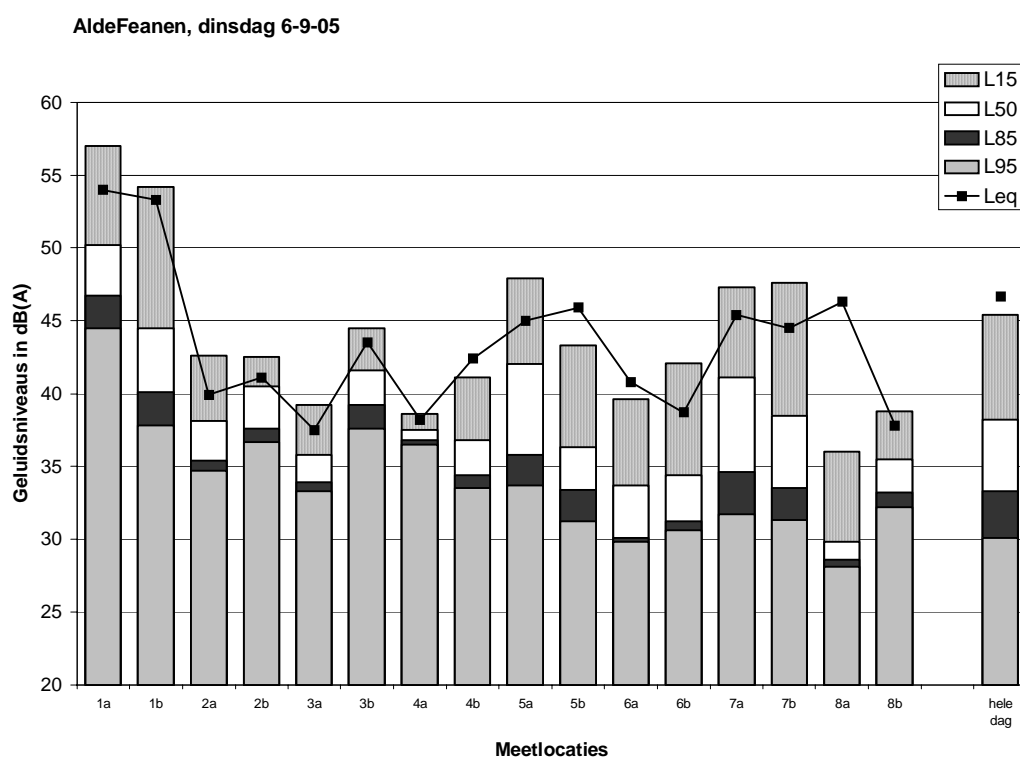
dag	datum	L_{95}	L_{85}	L_{50}	L_{15}	$L_{eq}(dag)$
di	6 sep	30,1	33,3	38,2	45,4	46,7
wo	28 sep	37,7	39,6	44,0	48,6	49,2

Het achtergrondgeluid L_{95} komt ongeveer overeen met de laagst voorkomende geluidsniveaus in het gebied dan wel op de locatie. 70% van alle meetwaarden ligt in de band tussen het L_{15} en het L_{85} . Deze waarden geven dus een indruk van de spreiding van de meetwaarden over de hele dag. Ook het L_{50} is een statistische geluidsmaat: 50% van alle meetwaarden in het gebied dan wel op de locatie ligt boven het L_{50} , 50% eronder. Het L_{eq} tenslotte is het gemiddelde geluidsniveau waarin harde geluiden relatief zwaar meetellen.

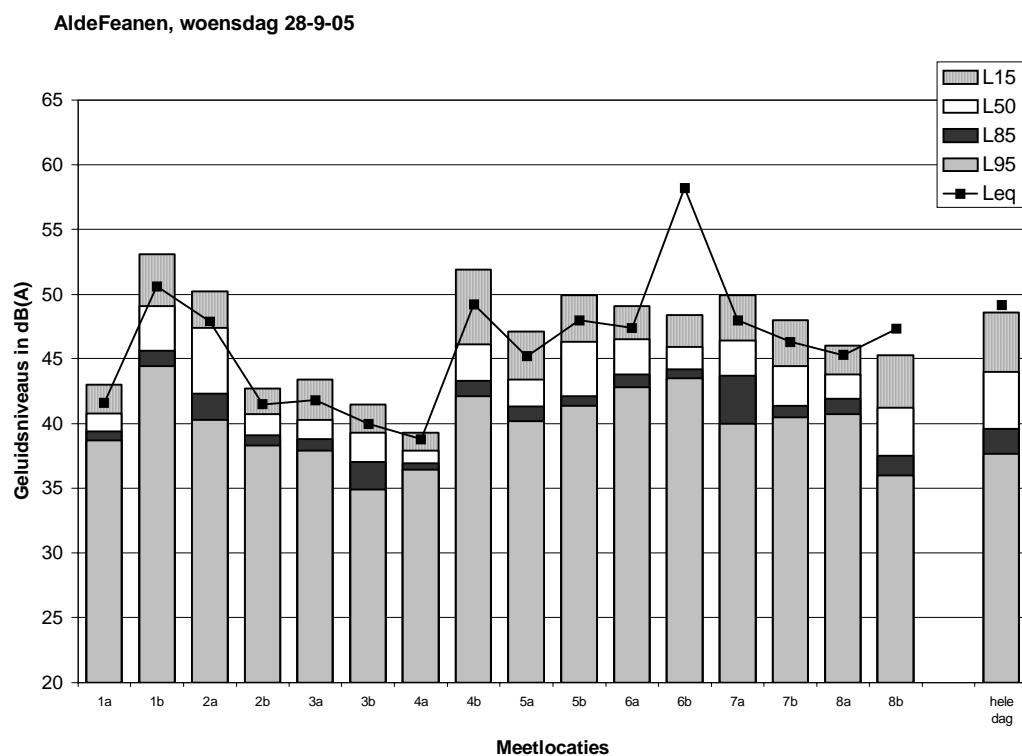
6.4 Achtergrondgeluid

Uit figuur 6.2 blijkt dat op dinsdag 6 september het achtergrondniveau L_{95} op de verschillende locaties varieerde van, afgerond, 28 tot 45 dB(A). De hoogste waarden zijn te vinden bij de locaties 1 en 3. Op locatie 1 (de kruising met Fokke Sloot, Kruisdobbe en Hooiampsloot) is veel scheepvaartverkeer. Op locatie 3 (aan het Bleipet in het Grutte Kritte) is in de middag het hoge niveau te wijten aan boten en overkomende vliegtuigen.

Figuur 6.3 geeft de geluidsniveaus weer op woensdag 28 september. Op deze dag varieerde het achtergrondniveau L_{95} van 35 tot 44 dB(A). Op locatie 1 was het achtergrondniveau hoog door baggerwerkzaamheden en scheepvaartverkeer. De wind was in de ochtend matig, gemiddeld 7,8 m/s, en zakte gedurende de dag af tot gemiddeld



Figuur 6.2: gemeten geluidsniveaus per locatie en over de hele dag (=alle locaties) in de Alde Feanen op dinsdag 6 september



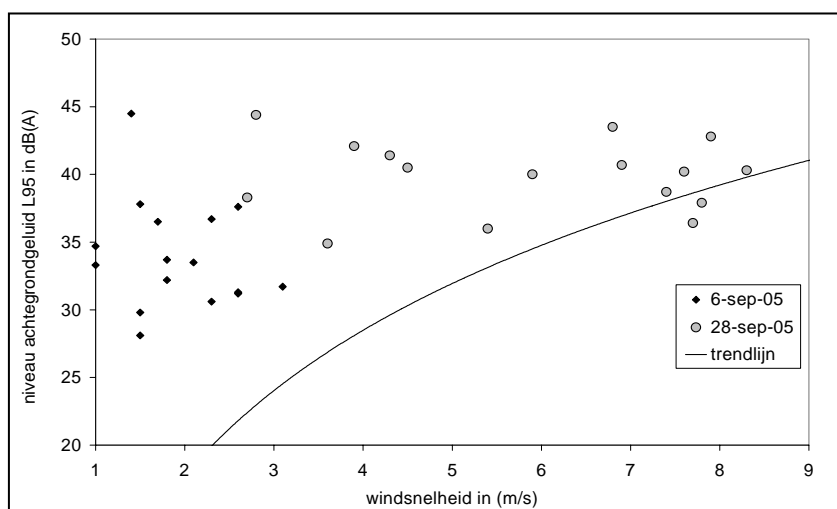
Figuur 6.3: gemeten geluidsniveaus per locatie en over de hele dag (=alle locaties) in de Alde Feanen op woensdag 28 september

6 m/s. Het gevolg is zichtbaar in een hoge waarde voor het L_{95} op de minder beschutte locaties 5 en 6. Op locatie 4 in de middag wordt het achtergrondniveau verhoogd door het ruisen van de bladeren in de bomen.

In figuur 6.4 is het verband gegeven van het achtergrondniveau L_{95} als functie van de windsnelheid. De achtergrondniveaus zijn steeds op een locatie bepaald over 10 minuten. De windsnelheden zijn door het KNMI gegeven in tienden m/s gemiddeld per 10 minuten, daarbij zijn de best overeen komende perioden van geluid- en windmeting gekozen. De trendlijn geeft het verband tussen windsnelheid en achtergrondniveau zoals dat in Nederlandse stiltegebieden is geconstateerd. Uit figuur 6.4 valt af te lezen dat de meeste waarden op beide dagen boven de trendlijn liggen. Voor de waarden op woensdag 28 september geldt dat de minimale waarden hoger liggen dan op de dinsdag.

De oorzaak hiervoor ligt in de hogere gemiddelde windsnelheid op woensdag.

De hoogste waarden zijn het gevolg van veel wind of langdurige verstoringen. De overige, tussenliggende waarden komen ongeveer overeen met wat men verwacht op niet tot matig beschutte locaties.



Figuur 6.4: relatie tussen de windsnelheid en het niveau van het achtergrondgeluid op de meetlocaties in de Alde Feanen

6.5 Locaties met de hoogste geluidsniveaus

Op een aantal locaties kwamen hoge geluidsniveaus voor in vergelijking met de overige locaties op dezelfde dag of in vergelijking met het geluidsniveau van de hele dag. Het kan dan gaan om een relatief hoog L_{95} (achtergrondniveau), een relatief hoog L_{15} en/of een relatief hoog L_{eq}^1 . Omdat op de winderiger woensdag het achtergrondniveau duidelijk verhoogd was, zijn de gekozen criteria om lawaaiige locaties te onderscheiden voor deze dag hoger dan op dinsdag.

¹ Gebruikte criteria hier: $L_{eq,locatie} > L_{eq,dag}$; dinsdag (windkracht 2): $L_{15} > 44$ dB(A), $L_{95} > 34$ dB(A); woensdag (windkracht 4): $L_{15} > 50$ dB(A), $L_{95} > 40$ dB(A)

Relatief hoge niveaus voor alle drie de criteria kwamen alleen voor op locatie 1. Op locatie 6 is het L_{eq} en het L_{15} relatief hoog. De locaties 2, 3, 4, 5 en 7 voldoen op een van beide dagen aan twee van de drie criteria, namelijk een relatief hoog niveau voor het L_{15} en een relatief hoog niveau voor het L_{95} . Locatie 8 heeft alleen op woensdagochtend een relatief hoog niveau voor het L_{95} .

De oorzaken van de relatief hoge waarden zijn:

- Op locatie 1 zijn op dinsdag en woensdagochtend de geluidsniveaus relatief hoog, een L_{eq} groter dan 50 dB(A). Dit heeft te maken met de baggerwerkzaamheden in de drukke vaarroute de Kruisdobbe en nabije passages van boten. De baggerwerkzaamheden worden uitgevoerd met een kraan, die duidelijk hoorbaar is. Vrachtschepen die hier willen passeren moeten vaart verminderen en speciale manoeuvres maken, waardoor de scheepsmotoren meer lawaai maken.
- De locaties 2 en 5 hebben op de drukke dinsdag een relatief hoog geluidsniveau veroorzaakt door de vele gemotoriseerde boten op het water. Voor locatie 7 geldt dit in mindere mate. Ook door overkomende straaljagers zijn hier de geluidsniveaus relatief hoog.
- Op de locaties 3 en 4 zijn op dinsdagmiddag geluidsniveaus relatief hoog door trekkers en overvliegende straaljagers. Op de dinsdagochtend is op locatie 4 het L_{95} relatief hoog door de aanwezigheid van recreanten die op de aanlegplaats aanwezig zijn.
- Op woensdagmiddag heeft locatie 6 een relatief hoog L_{eq} en een relatief hoog L_{15} . De oorzaak hiervan is de passage van twee in formatie vliegende straaljagers, met een maximaal geluidsniveau van 76 dB(A).
- Voor locatie 6 geldt ook op woensdagochtend dat de geluidsniveaus relatief hoog zijn. Dit werd veroorzaakt door plezierjachten. Op locatie 5 was langdurig een grasmaaier bij een recreatiewoning hoorbaar.

Op locatie 2, 4, 7 en in mindere mate op 5 en 8 (alleen het L_{95}) zijn op woensdag de geluidsniveaus relatief hoog. Dit wordt veroorzaakt door de wind in de bomen en het ruisen van het riet. Voor locatie 2 moet opgemerkt worden dat tijdens de meting in de ochtend het een tijdje regende, wat ook voor een hoger achtergrondgeluid zorgt. Voor de gehele woensdag geldt dat er veel minder recreanten en plezierjachten zijn waargenomen ten opzichte van de dinsdag.

Gelet op het voorkomen van motorische bronnen is er dus één relatief lawaaiige locatie te noemen, namelijk locatie 1, vanwege druk scheepvaartverkeer en baggerwerkzaamheden. Op locaties 3 en 4 worden meerdere gemotoriseerde bronnen gehoord, zoals trekkers, en bij locatie 4 ook boten en meer incidenteel ook vliegtuigen. Ook op locatie 2 en 7 worden meerdere gemotoriseerde bronnen gehoord, maar toch zijn het vooral boten die deze locaties lawaaiiger maken.

6.6 Locaties met lagere geluidsniveaus

Door de in de vorige paragraaf genoemde relatief lawaaiige locaties uit de gegevens te verwijderen kan uit de dan overblijvende gegevens een beeld gevormd worden van de rest van het gebied, waar de locaties relatief stil of hooguit matig lawaaiig zijn en zich dus geen opvallend lawaaiige activiteiten voordoen. Zoals hierboven bleek moeten dan gegevens van de lawaaiige meetperioden van locaties 1 tot en met 7 verwijderd worden¹. Alleen locatie 8 is dus op beide dagen relatief stil. Van de aldus resterende locaties bedraagt de totale meettijd nog drie uur (dinsdag 70 minuten en woensdag 120 minuten), dus ongeveer 59% van de totale meettijd over het hele gebied. Het resultaat is gegeven in tabel 6.4.

Uit de tabel blijkt dat in het minder lawaaiige, rustiger deel van het gebied gedurende 36% van de tijd nog boten worden waargenomen, dus aanmerkelijk minder dan de 51% in het hele gebied inclusief de lawaaiige locaties. De verschillen tussen beide dagen zijn hier wat boten betreft groot: op dinsdag worden in het rustiger deel van het gebied in 63% van de tijd boten waargenomen en op woensdag nog maar 20%. De verschillen tussen beide dagen gelden in veel mindere mate voor vliegtuigen: vliegtuigen worden in het rustiger deel in 21% van tijd gehoord, net iets minder dan de 24 % van de meettijd in het gehele gebied. Voor de andere categorieën, trekkers en auto's, is het verschil gering. Trekkers worden in het minder lawaaiige, rustiger deel van het gebied in 16% van de tijd gehoord: 1% van de tijd meer dan in het hele gebied.

Tabel 6.4: percentage verstoorde tijd en geluidsniveaus tengevolge van de meest voorkomende motorische bronnen in het rustiger gedeelte van de Alde Feanen

dag	datum	vliegtuig	auto ¹	boot ¹	tractor	br/mo ¹	Totaal
		Percentage van meettijd dat bron werd waargenomen					
beide dagen		21%	1%	36%	16%	0%	58%
di	6 sep	30%	1%	63%	16%	0%	78%
wo	28 sep	16%	1%	20%	15%	0%	43%
		L _{max} , gemiddelde van maximale passageniveaus per bron in dB(A)					
di	6 sep	42,0		52,6	38,0		
wo	28 sep	50,5			45,4		
		L _{eq} , gemiddelde (equivalente) geluidsniveau van alle passages in dB(A)					
							L _{eq} (mot)
di	6 sep	28,3		38,4	18,6		38,9
wo	28 sep	27,0			29,5		31,4

¹: als geen waarde is vermeld is deze bron niet waargenomen of in de registratie niet herkenbaar

¹ Verwijderd zijn op dinsdag: 1a, 1b, 2a, 2b, 3b, 4b, 5a, 7a; woensdag: 1b, 5b, 6a, 6b

De maximale geluidsniveaus van vliegtuigen liggen in het rustiger deel van het gebied met, afgerond, 51 dB(A) een stuk lager dan in het lawaaiige deel, 73 dB(A).

De door de boten veroorzaakte maximale geluidsniveaus zijn nog steeds hoog, omdat ze ook op de rustiger locaties dichtbij passeren. Boten leveren op dinsdag de grootste bijdrage aan de geluidsbelasting (L_{eq}), gevolgd door vliegtuigen. Op woensdag leveren trekkers de hoogste bijdrage aan de geluidsbelasting (L_{eq}) gevolgd door vliegtuigen. Het totaal van alle geluiden, het $L_{eq}(\text{dag})$ van 42 dB(A), in het rustiger deel van het gebied wordt op dinsdag voor de helft bepaald door het totaal van alle motorische bronnen $L_{eq}(\text{mot})$ van 39 dB(A). Op de woensdag wordt het $L_{eq}(\text{dag})$ van 46 dB(A) niet meer bepaald door het $L_{eq}(\text{mot})$ van 31 dB(A).

6.7 Samenvatting en conclusies

In Nationaal Park de Alde Feanen is op twee dagen gedurende ruim twee en een half uur gemeten op 8 verschillende locaties. Gedurende 91% van de meettijd zijn gemotoriseerde bronnen hoorbaar. Op de eerste meetdag, dinsdag, is dit aandeel het grootste: 124% van de meettijd is er sprake van verstoring door motorische bronnen. De tweede meetdag, woensdag, was dit percentage lager, 57%. Het enorme verschil tussen beide dagen wordt veroorzaakt door boten: op woensdag zijn deze slechts in 24% van de meettijd waargenomen en op dinsdag in maar liefst 79% van de meettijd.

Een mogelijke verklaring voor dit verschil is de tijdsperiode waarin de meting valt en het zomerse weer op dinsdag 6 september. De dinsdag behoorde nog tot de vakantieperiode in tegenstelling tot de winderige en koelere woensdag 28 september. Op dinsdag waren er aanzienlijk meer recreanten en pleziervaartuigen in de Alde Feanen.

De grootste bijdrage in de verstoring van de meettijd op dinsdag komt van boten en vervolgens van vliegtuigen. Het verschil in verstoorde meettijd veroorzaakt door vliegtuigen is opmerkelijk, op de eerste meetdag 24% en op de tweede meetdag 14%. Een verklaring hiervoor is waarschijnlijk de hogere windsnelheid op de woensdag 28 september. Het achtergrondgeluid is daardoor hoger, waardoor vliegtuigen minder goed of langdurig hoorbaar zijn. Auto's, brommers, scooters en motoren zijn niet of nauwelijks waargenomen. Trekkers werden vaker waargenomen: op dinsdag werden deze gedurende 12% van de tijd gehoord en op woensdag was de bijdrage 18%.

Ook aan het equivalente geluidsniveau $L_{eq}(\text{mot})$ ten gevolge van alle motorische bronnen is de bijdrage van vliegtuigen en boten het grootst. Voor beide dagen geldt dat het $L_{eq}(\text{mot})$ ongeveer gelijk is aan het $L_{eq}(\text{dag})$.

Gemotoriseerde bronnen komen vooral voor op de drukker dinsdag, vooral omdat er meer pleziervaartuigen zijn. Gelet op het voorkomen van motorische bronnen is locatie 1 relatief lawaaiig vanwege druk scheepvaartverkeer en baggerwerkzaamheden. Op locaties 3 en 4 worden meerdere gemotoriseerde bronnen gehoord, zoals trekkers en bij locatie 4

ook boten en meer incidenteel ook vliegtuigen. Ook op locatie 2 en 7 worden meerdere gemotoriseerde bronnen gehoord maar toch vooral boten, die deze locaties lawaaiige maken. Alleen locatie 8 is op beide dagen relatief stil.

Als de gegevens van de lawaaiige meetperioden verwijderd worden, is de resterende totale meettijd nog drie uur (dinsdag 70 minuten en woensdag 120 minuten), dus ongeveer 59% van de totale meettijd over het hele gebied.

In het minder lawaaiige, rustiger deel van het gebied worden gedurende 36% van de tijd nog boten waargenomen, dus aanmerkelijk minder dan de 51% in het hele gebied. Het verschil tussen beide dagen is wat boten betreft groot: op dinsdag wordt in het rustiger deel van het gebied in 63% van de tijd boten gehoord en op woensdag slechts 20%. Vliegtuigen worden in het rustiger deel in 21% van tijd gehoord. Dat is net iets minder dan de 24 % van de meettijd in het lawaaiige deel. Voor de andere categorieën, trekkers en auto's, is het verschil tussen beide dagen gering.

De maximale geluidsniveaus van vliegtuigen liggen in het rustiger deel van het gebied met, afgerond 51 dB(A) een stuk lager dan in het lawaaiige deel, 73 dB(A). De door de boten veroorzaakte maximale geluidsniveaus zijn nog steeds hoog, omdat ze ook op rustiger tijden toch dichtbij passeren. Boten leveren op dinsdag de grootste bijdrage aan de geluidsbelasting (L_{eq}), gevolgd door vliegtuigen. Op woensdag leveren trekkers de hoogste bijdrage aan de geluidsbelasting (L_{eq}) gevolgd door vliegtuigen. Het totaal van alle geluiden, het $L_{eq}(\text{dag})$ van 42 dB(A), in het rustiger deel van het gebied wordt op dinsdag vooral bepaald door het totaal van alle motorische bronnen $L_{eq}(\text{mot})$ van 39 dB(A). Op de woensdag wordt het $L_{eq}(\text{dag})$ van 46 dB(A) niet meer bepaald door het $L_{eq}(\text{mot})$ van 31 dB(A).

De rust in de Alde Feanen wordt op een zomerse dag in de vakantieperiode vooral verstoord door recreatieve scheepvaart, vervolgens door vliegtuigen en trekkers. Op een winderige en koelere dag buiten de vakantieperiode wordt de rust vooral verstoord door trekkers en vliegtuigen.



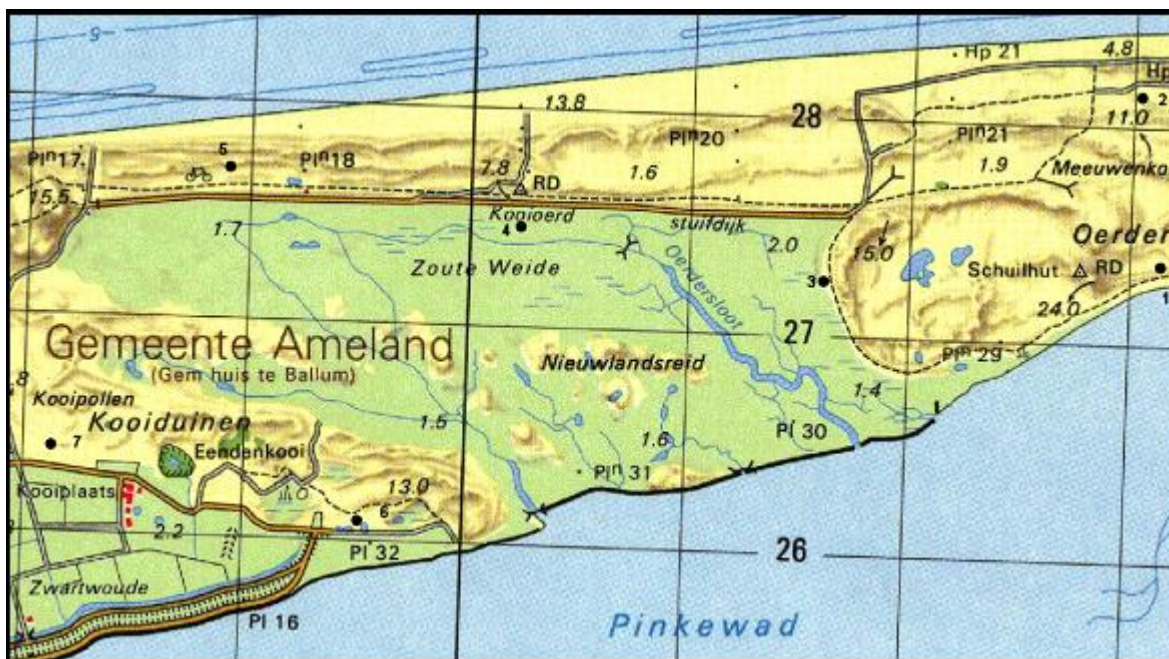
7.1 Omstandigheden bij metingen op Ameland

Ameland is een middelgroot waddeneiland met vier kleine dorpskernen, gelegen op het midden en westelijke deel van het eiland. De meetlocaties liggen in een natuurgebied op het oostelijk deel van Ameland. Dit gedeelte grenst aan de polder en is geschikt voor rustige vormen van recreatie, zoals wandelen en fietsen. Geluiden veroorzaakt door de wind, zee, vogels en af en toe geluid afkomstig van recreanten bepalen voornamelijk het achtergrondgeluid.

De kaart in figuur 8.1 geeft de ligging van de afzonderlijke meetlocaties. De meetperiode viel op de twee dagen van meting tussen 10:00 en 18:00 uur. De netto totale meettijd is ruim vier en een half uur, gelijkelijk verdeeld over zeven locaties.

De meetlocaties zijn als volgt:

- 1 250-300 m van de Oerblinkert in de Oerduinen.
- 2 300 m het wandelpad op na de kruising met Spijkerpad en het wandelpad richting de NAM-locatie.
- 3 Einde van het stuifdijkpad 500 m de kwelder in langs duinenrij.
- 4 Langs stuifdijkpad witte markeringspaal “2c b7”, het zuidelijk gelegen fietspad.
- 5 Paal “17 800” langs het stuifdijkpad, het noordelijk gelegen fietspad.
- 6 Kooiduinen, over de dijk, door het hek na de dijk, een tiental meters na het hek.
- 7 Aan het begin van de Kooiduinen, ca. tien meter van de weg in het duingebied.



Figuur 7.1: Ligging van de meetlocaties (●1 t/m ●7) op Ameland

Tabel 7.1 geeft een overzicht van meettijden en meetomstandigheden, gerangschikt naar datum van meting. De meettijd is in principe 20 minuten (twee keer 10 minuten) per locatie per dag. Doordat de (verplaatsingen tussen de) metingen veel tijd bleken te vergen, is er voor slechts zeven meetlocaties gekozen in plaats van de gebruikelijke negen. De windsnelheid is de gemiddelde windsnelheid tussen de in tabel 7.1 aangegeven begin- en eindtijd. Deze is bepaald uit de door het KNMI verstrekte gegevens van weerstation Leeuwarden.

Tabel 7.1: data en weersomstandigheden tijdens de meetdagen

dag	datum	tijd begin eind	meet- duur (min)	wind- snelheid kracht (m/s) (Bft)	windrichting	bewol- kings graad	max temp (°C)
di	16 aug	10:00 18:00	143	4.5 3	310 NW	4/8	20
wo	17 aug	10:00 18:00	140	4.9 3	64 ONO	0	22

7.2 Bijdrage gemotoriseerde bronnen

In tabel 7.2 is een opsomming gegeven van alle door gemotoriseerde bronnen veroorzaakte verstoringen op Ameland, uitgesplitst per dag en per bron. Op beide dagen samen waren gedurende 50% van de meettijd gemotoriseerde bronnen hoorbaar.¹ Op de

¹ Omdat verschillende geluidsbronnen ook gelijktijdig kunnen optreden is de totale tijd dat één of meer bronnen waarneembaar zijn, kleiner dan de som van de percentages per bron.

woensdag was dit percentage het grootst: 59 % van de meettijd is er sprake van verstoring door motorische bronnen. Het verschil tussen beide dagen wordt vooral bepaald door een langdurige waarneembare vissersboot op de Noordzee (op locatie 2 op woensdag). Op de dinsdag werden geen boten waargenomen.

Van de motorische bronnen is de categorie vliegtuigen op beide dagen de meest voorkomende bron van geluid met respectievelijk 31 en 34%. De bijdrage van auto's was gedurende de twee dagen gelijk (2%). Een verklaring voor deze lage waarde is dat vijf van de zeven meetlocaties zijn gelegen op dat deel van Ameland waar geen autoverkeer (met uitzondering van bestemmingsverkeer) is toegestaan.

Het percentage verstoorde meettijd van de categorie brommers, motoren en scooters is even groot (2%). Deze categorie, waartoe ook fietsen met hulpmotor gerekend worden als er van de hulpmotor hoorbaar gebruik wordt gemaakt, werd ook in het autoluwe gedeelte van het eiland waargenomen.

De bijdrage van trekkers was op woensdag (8%) duidelijk hoger dan op dinsdag (1%).

Tabel 7.2: percentage verstoorde tijd en geluidsniveaus tengevolge van de meest voorkomende motorische bronnen op Ameland

dag	datum	vliegtuig	auto	boot ¹	tractor ¹	br/mo	Totaal
		Percentage van meettijd dat bron werd waargenomen					
beide dagen		33%	2%	8%	5%	2%	43%
di	16 aug	34%	2%	0%	1%	2%	37%
wo	17 aug	31%	2%	16%	8%	2%	48%
		L_{\max} , gemiddelde van maximale passageniveaus per bron in dB(A)					
di	16 aug	65,9	44,1		40,8	50,3	
wo	17 aug	51,5	42,4	35,8		62,5	
		L_{eq} , gemiddelde (equivalente) geluidsniveau van alle passages in dB(A)					
di	16 aug	50,7	20,5		18,4	21,3	$L_{eq}(\text{mot})$ 50,7
wo	17 aug	41,1	15,8	14,6	25,8	30,0	41,3

¹: als geen waarde is vermeld is deze bron niet waargenomen of in de registratie niet herkenbaar

In tabel 8.2 staan per bron tevens de maximale en equivalente geluidsniveaus gespecificeerd. Het maximale geluidsniveau een bepaalde bron, waarbij steeds het gemiddelde is genomen over alle keren dat de bron op die dag werd gemeten, wordt voornamelijk bepaald door de afstand van de bron tot de geluidsmeter. Vliegtuigen en brommers veroorzaakten de hoogste geluidsniveaus. Uit de waarneming in het veld blijkt dat vooral militaire straalvliegtuigen hoge geluidsniveaus veroorzaakten. De straaljagers produceren meer geluid en vliegen ook lager dan de grote burgerluchtvaart. De toestellen van de grote burgerluchtvaart volgen een min of meer vaste koers; dat kon van

straaljagers niet vastgesteld worden. Ook het monotone gebrom van propellervliegtuigen behorend tot de kleine burgerluchtvaart bleek in het veld beter waarneembaar dan de toestellen van de grote burgerluchtvaart. Voor de categorie brommers zijn het de meest nabije passages die de hoge maximale geluidsniveau veroorzaakten. Bij de categorie auto's was het maximale niveau op beide dagen vrijwel hetzelfde. Bij de overige bronnen zijn de verschillen tussen beide dagen groter, of er kon geen maximaal geluidsniveau uit de registratie bepaald worden.

Ook aan het equivalente geluidsniveau $L_{eq}(mot)$ ten gevolge van alle motorische bronnen is de bijdrage van vliegtuigen het grootst. Bij vliegtuigen varieert deze bijdrage, afhankelijk van de dag, van 51 tot 41 dB(A). De categorie boten levert een verwaarloosbare bijdrage aan het $L_{eq}(mot)$: alleen op woensdag zijn boten waargenomen. Op locatie 1 aan de kant van het wad was dat een kotter of een veerboot (dit kon niet duidelijk bepaald worden). Op locatie 2 (Noordzee) werd een visserboot dicht aan het strand waargenomen. De overige categorieën dragen iets meer bij dan de categorie boten, waarvan de categorie brommers (inclusief scooters en motoren) de hoogste bijdrage levert van 21 tot 30 dB(A). Trekkers en brommers leveren allebei op woensdag een hogere bijdrage aan het $L_{eq}(mot)$ dan op dinsdag.

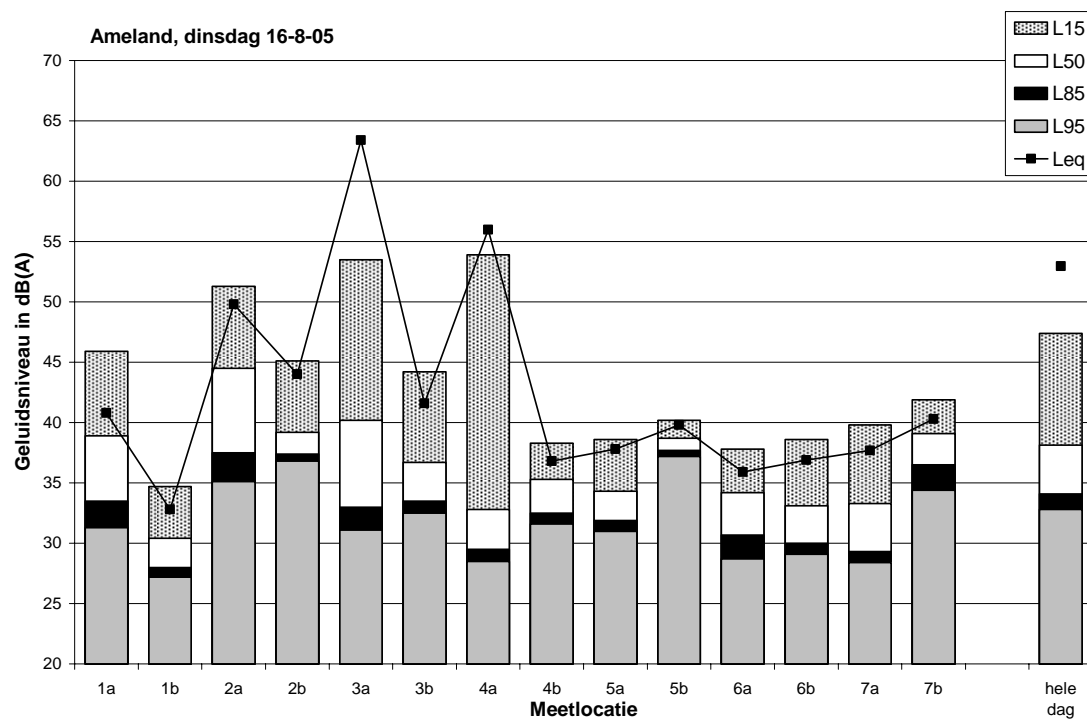
7.3 Overzicht van locaties

In tabel 7.3 is een overzicht gegeven van de per dag over de gehele meettijd bepaalde geluidsniveaus in het gebied. In de figuren 7.2 en 7.3 staan de geluidsniveaus uitgezet per 10 minuten meten op de verschillende meetlocaties, met ter vergelijking de waarden van de gehele dag volgens tabel 7.3. Er is op elke locatie op werkdagen twee keer gemeten: in de ochtend of vroege middag (a), en enige tijd later nogmaals in de middag (b).

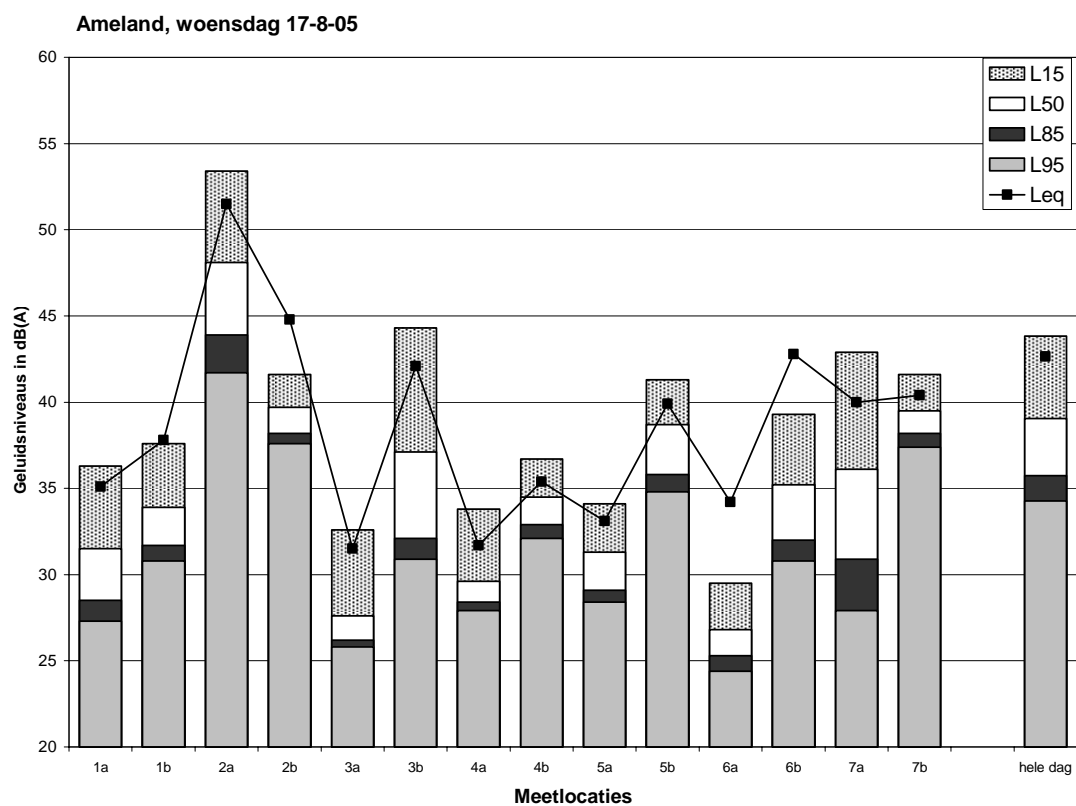
Het L_{95} is een statistische maat voor het achtergrondgeluid en komt ongeveer overeen met de laagst voorkomende geluidsniveaus in het gebied dan wel op de locatie. 70% van alle meetwaarden liggen in de band tussen het L_{15} en het L_{85} ; deze waarden geven dus een indruk van de spreiding van de meetwaarden per locatie of over de hele dag. Het L_{50} is ook een statistische geluidsmaat: 50% van alle meetwaarden in het gebied dan wel op de locatie ligt boven het L_{50} ; 50% eronder. Het L_{eq} tenslotte is het gemiddeld voorkomende geluidsniveau, waarbij harde geluiden relatief zwaar meetellen.

Tabel 7.3: statistische en gemiddelde (L_{eq}) waarden van het niveau van alle omgevingsgeluid op Ameland

dag	datum	L_{95}	L_{85}	L_{50}	L_{15}	$L_{eq}(\text{dag})$
di	16 aug	29,2	31,5	36,8	42,9	53,0
wo	17 aug	26,6	28,9	35,0	41,6	42,7



Figuur 7.2: gemeten geluidsniveaus per locatie en over de hele dag (=alle locaties) op Ameland op dinsdag 16 augustus



Figuur 7.3: gemeten geluidsniveaus per locatie en over de hele dag (=alle locaties) op Ameland op woensdag 17 augustus

7.4 Achtergrondgeluid

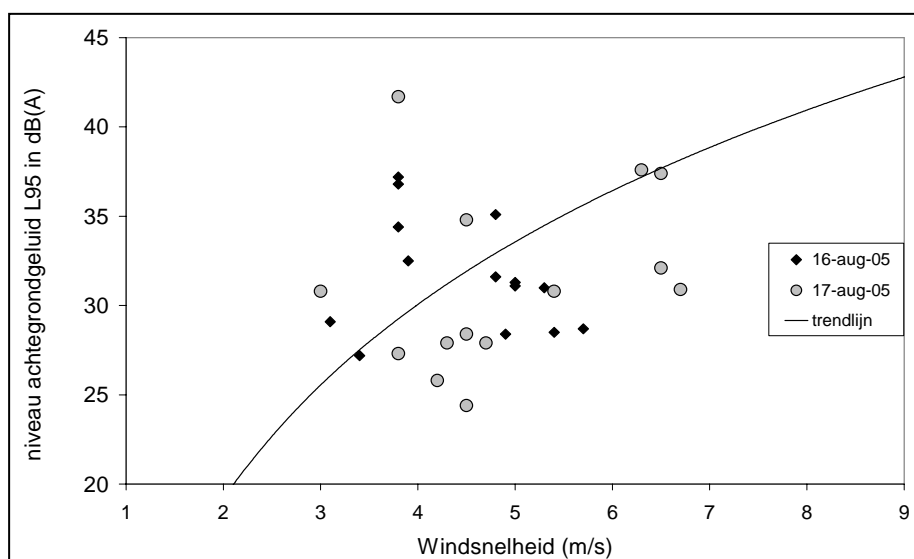
Uit figuur 7.2 blijkt dat op dinsdag 16 augustus het achtergrondniveau L_{95} op de verschillende locaties varieerde van, afgerond, 27 tot 37 dB(A). De hoogste waarden van het achtergrondniveau kwamen voor bij locaties 2 en 5; de laagste waarden bij locaties 1, 4, 6 en 7.

Op woensdag 17 augustus (figuur 7.3) varieerde het achtergrondniveau L_{95} van 24 tot 42 dB(A), met de hoogste waarden bij locaties 2, 5 en 7, de laagste bij locaties 1, 3, 4, 6 en 7.

Locaties 2 en 5 blijken dus steeds een hoge waarde van het L_{95} te hebben. Locatie 2 is gelegen in het duin en kweldergebied en is alleen toegankelijk voor wandelaars. In dit gebied komen veel vogels voor, met name een grote populatie meeuwen. Het bleek dat een overvliegend vliegtuig met een groot volume van meeuwengekras werd begeleid, waarna het enige tijd duurde voor de rust weerkeerde en het volume in de meeuwenkolonie daalde. Deze langdurige verhoging van achtergrondgeluid is terug te vinden in het L_{95} .

In figuur 7.4 is het verband gegeven van het achtergrondniveau L_{95} als functie van de windsnelheid. De achtergrondniveaus zijn steeds per locatie bepaald over 10 minuten. De windsnelheden zijn door het KNMI gegeven in tienden m/s gemiddeld per 10 minuten; daarbij zijn de in tijd overeenkomende perioden van geluid- en windmeting gekozen. De lijn geeft het verband tussen windsnelheid en achtergrondniveau zoals dat in Nederlandse stiltegebieden is geconstateerd (zie paragraaf 4.4). Geluidsniveaus die boven de lijn liggen zullen vaker veroorzaakt zijn door andere bronnen dan de wind. Verder zijn ook niveaus gemeten die onder de trendlijn liggen; dat is waar de geluidsmeter op een meer beschutte plek gestaan heeft.

De hoogste waarde van het L_{95} is het gevolg van de langdurige verstoring van de meeuwenkolonie op locatie 2.



Figuur 7.4: relatie tussen de windsnelheid en het niveau van het achtergrondgeluid op de meetlocaties op Ameland.

7.5 Locaties met de hoogste geluidsniveau's

Op een aantal locaties kwamen hoge geluidsniveaus voor in vergelijking met de overige locaties op dezelfde dag of in vergelijking met het geluidsniveau van de hele dag. Het kan dan gaan om een relatief hoog L_{95} (achtergrondniveau), een relatief hoog L_{15} en/of een relatief hoog L_{eq} ¹. Relatief hoge niveaus kwamen vooral voor op locaties 2 en 3, in mindere mate op locatie 7 en 5 en in geringe mate op locaties 1 en 4.

De oorzaken van de relatief hoge waarden zijn:

- Op locatie 2 is het L_{15} en L_{95} op beide dagen relatief hoog en op woensdag is ook het L_{eq} relatief hoog. De hoge waarde van het L_{eq} (op woensdagochtend) is te wijten aan militaire vliegtuigpassages met een maximum van 62 dB(A). Het L_{15} en L_{95} werden verhoogd door de aanwezigheid van een groot aantal meeuwen dat reageerde op verstoringen van buiten de eigen kolonie.
- Op locatie 3 is vooral het L_{eq} op dinsdagochtend hoog met daarbij een relatief hoog L_{15} ; opvallend is dat op woensdag het L_{95} hier behoorde tot de laagst gemeten waarden. De hoge waarde van het L_{eq} werd op dinsdag wederom veroorzaakt door twee in formatie laagvliegende militaire vliegtuigen waarvan de vlammen van de straalmotor zichtbaar waren. De passage had een maximaal geluidsniveau van 84 dB(A) en was gedurende 238 seconden zichtbaar in de geluidsregistratie.
- Op locatie 7 was op woensdagochtend het L_{15} relatief hoog en op beide dagen 's middags was het L_{95} relatief hoog. Deze locatie ligt op enkele tientallen meters van de weg. Het hoge niveau van het L_{95} op woensdagmiddag werd veroorzaakt door een trekker en op dinsdagmiddag door overvliegende propellervliegtuigen. Op locatie 5 werden relatief hoge waarden van het L_{95} gemeten, vooral in de late middag en vroege avond; ook hier waren meerdere vliegtuigpassages de oorzaak.
- Locaties 1 en 4 hebben op één dag een relatief hoog L_{15} of L_{95} of een relatief hoog L_{eq} , zoals voor locatie 4 op dinsdagochtend. Ook deze hoge waarde voor het L_{eq} werd veroorzaakt door een militair vliegtuig met een maximaal geluidsniveau van 71 dB(A) welke gedurende 169 seconden hoorbaar was. Het relatief hoge niveau voor het L_{15} op dinsdag werd op locatie 1 veroorzaakt door een aantal minder langdurende vliegtuigpassages waaronder een propellervliegtuig.

Gelet op het voorkomen van motorische bronnen zijn er dus een aantal relatief lawaaiige locaties te noemen: locaties 1, 2, 3, 4, 5 en 7, vooral veroorzaakt door het voorkomen van militaire straalvliegtuigen, en locatie 7 door het voorkomen van een landbouwvoertuig. De aard van de verstoringen lijkt niet locatiespecifiek: de vliegtuigen hadden ook op

¹ Gebruikte criteria hier: $L_{eq,locatie} > L_{eq,dag}$; dinsdag (windkracht 3): $L_{15} > 42$ dB(A), $L_{95} > 32$ dB(A); woensdag (windkracht 3): $L_{15} > 41$ dB(A), $L_{95} > 31$ dB(A)

andere locaties waargenomen kunnen worden, een landbouwvoertuig kan ook elders in de polder (landbouwgebied) waargenomen worden.

7.6 Locaties met lagere geluidsniveaus

Door de in de vorige paragraaf genoemde relatief lawaaiige locaties of gebeurtenissen uit de gegevens te verwijderen kan men zich uit de dan overgebleven gegevens een beeld vormen van de rest van het gebied, waar de locaties relatief stil of hooguit matig lawaaiig waren en zich dus geen opvallend lawaaiige activiteiten voordeden. Zoals hierboven bleek moeten dan gegevens van de lawaaiige meetperioden van locaties 1, 2, 3, 4, 5 en 7 worden verwijderd¹. Daarnaast zijn alle vier waargenomen passages van een brommer/motor verwijderd.

Van de resterende locaties bedraagt de totale meettijd iets meer dan 3 uur (dinsdag 90 minuten, woensdag 100 minuten), dus ongeveer 68% van de totale meettijd in het hele gebied. Het resultaat is gegeven in tabel 7.4.

Uit de tabel blijkt dat in het minder lawaaiige, rustiger deel van het gebied gedurende 22% van de tijd nog vliegtuigen worden waargenomen. Hierin is het aandeel militaire vliegtuigen en kleine propellervliegtuigen verminderd aangezien dat de relatief lawaaiige vluchten waren. Dat is beduidend minder dan de 33% in het hele gebied inclusief de lawaaiige locaties. Van de motorische bronnen worden auto's in het rustiger deel net zo vaak gehoord als in het hele gebied (2%). De door de auto's veroorzaakte geluidsniveaus zijn niet hoog en net iets lager dan die van over het rustige deel overvliegende vliegtuigen. Voor de boten geldt dat deze alleen op dinsdag zijn waargenomen. Een maximaal of gemiddeld geluidsniveau van een verstoring van het achtergrondniveau veroorzaakt door trekkers kon niet uit de registratie bepaald worden. Dit komt vermoedelijk door maskering door ander lawaai.

Uit tabel 7.4 blijkt verder dat in het rustiger deel van c.q. de rustiger tijd in het gebied het maximale geluidsniveau veroorzaakt door vliegtuigen aanmerkelijk lager ligt en onderling minder verschilt (46 en 40 dB(A)) dan in het lawaaiige deel (66 en 52 dB(A)). Waar op de dinsdag in het gehele gebied een gemiddeld geluidsniveau tengevolge van vliegtuigen werd gevonden van, afgerond, 50 dB(A), is dit in het rustiger deel nog maar 33 dB(A). Op de woensdag is het gedaald van 41 naar 26 dB(A). Het totale gemiddelde geluidsniveau van alle gemotoriseerde bronnen $L_{eq}(mot)$ wordt in het rustiger gedeelte nog steeds bijna volledig bepaald door vliegtuigen.

Auto's en trekkers zijn in het rustiger deel in slechts 1-2% van de meettijd waargenomen en leveren een verwaarloosbare bijdrage aan het $L_{eq}(mot)$.

¹ verwijderd zijn op dinsdag: 1a, 2a, 3a, 4a en 7b; woensdag 2a, 3b, 5b en 7b

Tabel 7.4: percentage verstoorde tijd en geluidsniveaus tengevolge van de meest voorkomende motorische bronnen in het rustige deel van Ameland

dag	datum	vliegtuig	auto	boot	tractor	br/mo	Totaal
		Percentage van meettijd dat bron werd waargenomen					
beide dagen		22%	2%	11%	1%	0%	38%
di	16 aug	22%	2%	0%	0%	0%	26%
wo	17 aug	22%	1%	21%	2%	0%	48%
		L_{\max} , gemiddelde van maximale passageniveaus per bron in dB(A)					
di	16 aug	45,5	43,8		36,0		
wo	17 aug	40,1	39,9	35,8			
		L_{eq} , gemiddelde (equivalente) geluidsniveau van alle passages in dB(A)					
di	16 aug	33,4	22,1		-		$L_{eq}(\text{mot})$ 33,7
wo	17 aug	24,7	13,5	16,6			25,6

¹: als geen waarde is vermeld is deze bron niet waargenomen of in de registratie niet herkenbaar; met een liggend streepje wordt aangegeven dat het niveau verwaarloosbaar is (< 10 dB(A))

7.7 Samenvatting en conclusies

Ameland is een middelgroot waddeneiland met vier kleine dorpskernen. De meetlocaties liggen in een natuurgebied op het westelijk deel van Ameland. De totale meettijd bedroeg ruim vier en een half uur. Er is op twee dagen gemeten op zeven verschillende locaties. Het prettige zomerweer was ideaal voor rustige recreatie, zoals wandelen en fietsen, zodat ook op de meer afgelegen locaties recreanten werden waargenomen.

Gedurende een derde van de tijd (33% van de totale meetduur) waren er vliegtuigen hoorbaar. Het aantal waargenomen vliegtuigen verschilde weinig per dag: 31 tot 34%. Wegverkeer was er nauwelijks hoorbaar (2%) net als brommers of motoren (ook 2%). Daarnaast waren er boten (8%) en trekkers (5%) hoorbaar.

Het gemiddelde (equivalente) geluidsniveau bepaald over de gehele meetduur en alle geluiden bedroeg op dinsdag 53 dB(A) en op woensdag 43 dB(A). Dit $L_{eq}(\text{dag})$ werd op dinsdag en woensdag bijna volledig door motorische bronnen veroorzaakt. Vliegtuigen leverden de grootste bijdrage aan de geluidsbelasting in het gebied, variërend van 51 dB(A) tot 41 dB(A) (L_{eq} betrokken op gehele meettijd per dag). Vooral militaire straalvliegtuigen veroorzaakten hoge geluidsniveaus: ze produceren meer geluid en vliegen lager dan de grote burgerluchtvaart. Het monotone gebrom van propeller-vliegtuigen behorend tot de kleine burgerluchtvaart bleek, uit de waarneming in het veld, ook beter waarneembaar dan de toestellen van de grote burgerluchtvaart. Het vóórkomen van vliegtuigen lijkt niet aan bepaalde locaties verbonden.

Voor het overige zijn brommers, scooters en motoren net zo weinig frequent hoorbaar als auto's, en zijn boten alleen op woensdag waargenomen. Brommers zijn echter wel luid, hoewel er maar weinig voorkomen. Voor trekkers geldt dat deze zijn waargenomen op locaties 6 en 7. Deze locaties grenzen aan het poldergebied, waar landbouwbedrijven gevestigd zijn. In dit gebied kan een verstoring door landbouwvoertuigen verwacht worden.

Als de lawaaiige perioden of locaties buiten beschouwing worden gelaten, dan daalt in het overige, rustiger deel van het gebied het percentage tijd dat vliegtuigen worden waargenomen van 33% naar 22%. Het percentage waargenomen brommers, scooters, motoren en auto's is in het rustiger deel van Ameland nauwelijks anders dan in het hele gebied inclusief de lawaaiige locaties.

Vliegtuigen leveren de grootste bijdrage aan het equivalente geluidsniveau over de gehele meettijd per dag: in het gehele gebied is dat op beide meetdagen 51 resp. 41 dB(A), in het rustiger deel nog maar 33 resp. 25 dB(A). Ook het maximale geluidsniveau veroorzaakt door vliegtuigen ligt in het rustiger deel van het gebied aanmerkelijk lager (46 dB(A) resp. 40 dB(A)) dan in het lawaaiiger deel (66 dB(A) resp. 52 dB(A)). Het verschil tussen het rustige deel en het gehele gebied is dat in het rustige deel vooral nog hoogvliegende burgerluchtvaart voorkomt, terwijl de lawaaiiger overvluchten vooral het gevolg is van laagervliegende militaire luchtvaart.

De stilte op het oostelijk deel van Ameland wordt op een zomerse dag in de vakantieperiode dus vooral verstoord door (militaire) vliegtuigen. Langs de randen van het op het oostelijke deel gelegen natuurgebied is ook af en toe een boot of trekker te horen. Deze doen echter alleen afbreuk aan de stilte als men vindt dat ze er niet thuishoren.



8 NP SCHIERMONNIKOOG

8.1 Omstandigheden bij metingen op Schiermonnikoog

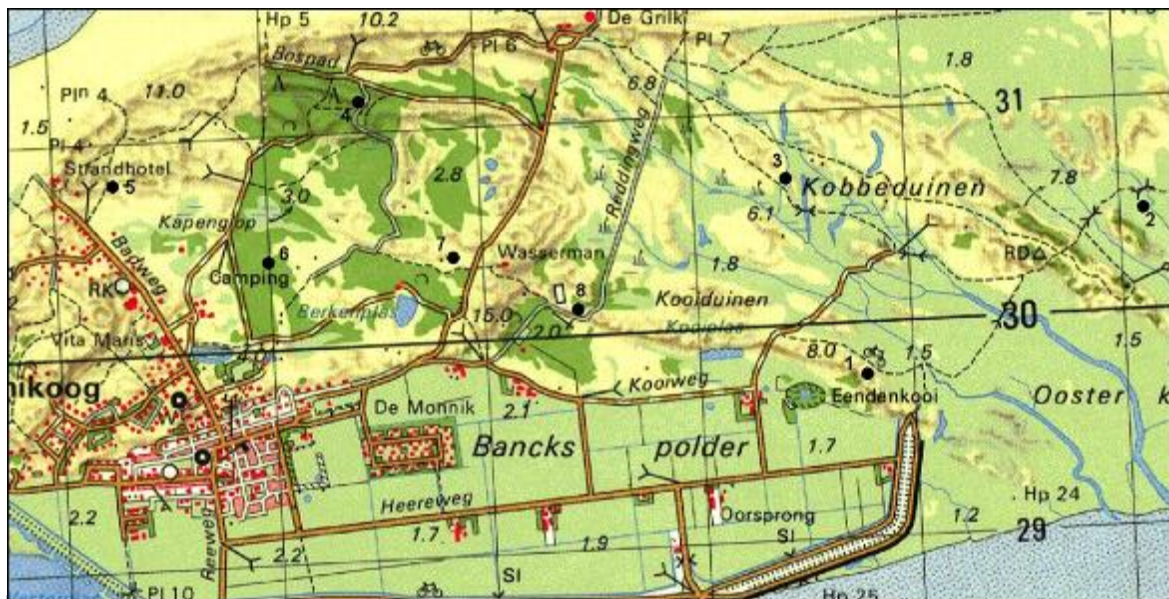
Schiermonnikoog is een van de kleinere waddeneilanden. Voor toeristen en bezoekers van het eiland is het niet toegestaan hun motorvoertuig mee te nemen. Het omgevingsgeluid wordt vooral bepaald door het ruisen van de wind, de branding van de zee, vogelgeluiden, agrarisch- en lokaalverkeer en rustige vormen van recreatie, zoals wandelen en fietsen. In figuur 9.1 wordt de ligging van de afzonderlijke meetlocaties op Schiermonnikoog weergegeven. De meetperiode was op twee werkdagen tussen 10.00 en 18.00 uur. De netto meettijd was op elke dag 160 minuten, gelijkelijk verdeeld over 8 locaties, totaal dus ruim vijf uur en een kwartier

De meetlocaties zijn als volgt:

- 1 Langs het Kwelderpad, tegen de duinenrand, 300 m van de kruising met het Biologenpad.
- 2 Langs het Kwelderpad achter de Kobbeduinen, voor het bruggetje over de uitloper van de Korrebaakslinck.
- 3 Langs het Johannes de Jongpad na de 2^e brug (gezien vanaf Rijksdriehoeksmeting).
- 4 Een tiental meters het wandelpad omhoog richting het bos, na de kruising van het wandelpad met het Bospad.
- 5 Langs de zuidelijke tak van het Bospad in de duinen.¹

¹ Op dinsdagmiddag 30 augustus is van deze locatie afgeweken vanwege de aanwezigheid van recreanten in de duinpan. Er is gekozen voor de naastgelegen duinpan als meetlocatie.

- 6 Achter camping Seedune, een honderd meter het wandelpad op na de kruising met het Jacobspad .
- 7 Tussen de bunker “Wasserman” en de Berkenplas, langs het Cornelis Visserpad een tiental meters vanaf de kruising met de Bernardweg.
- 8 Nabij begraafplaats Vredenhof, langs de reddingsweg, een tiental meters voorbij grafkruis voor de Zweedse scheepsbemanning.



Figuur 8.1: ligging van de meetlocaties (●1 t/m ●8) op Schiermonnikoog

Tabel 8.1 geeft een overzicht van meettijden en meetomstandigheden, gerangschikt naar datum van meting. De meettijd is in principe 20 minuten (twee keer 10 minuten) per locatie per dag. De beoogde meettijd is op de twee dagen gerealiseerd. De windsnelheid is de gemiddelde windsnelheid tussen de in tabel 9.1 aangegeven begin- en eindtijd. Deze is bepaald uit de door het KNMI verstrekte gegevens van weerstation Lauwersoog.

Tabel 8.1: data en weersomstandigheden tijdens de meetdagen

dag	datum	tijd		meet- duur (min)	wind- snelheid kracht		windrichting	bewol- kings graad	max temp (°C)
		begin	eind		(m/s)	(Bft)			
ma	22 aug	10:00	18:00	160	1,8	2	17° N	7	19
di	30 aug	10:00	18:00	160	4,2	3	4° N	2	26

8.2 Bijdrage gemotoriseerde bronnen

In tabel 8.2 is een opsomming gegeven van alle door gemotoriseerde bronnen veroorzaakte verstoringen op Schiermonnikoog, uitgesplitst per dag en per bron. Op beide dagen samen waren gedurende 37% van de meettijd gemotoriseerde bronnen

hoorbaar.¹ Op de maandag was dit percentage het grootst: 39% van de meettijd is er sprake van verstoring door motorische bronnen. Van deze motorische bronnen is de categorie vliegtuigen op beide dagen de meest voorkomende bron van geluid met respectievelijk 37 en 27%. De bijdrage van auto's is voor beide dagen even weinig, namelijk 1%. Voor toeristen en bezoekers van het eiland is het niet toegestaan hun motorvoertuig mee te nemen. Slechts in bijzondere gevallen is het toegestaan, mits daarvoor een ontheffing is afgegeven door de gemeente. Dit verbod geldt overigens voor alle motorvoertuigen, dus ook voor brommers, motoren en scooters. Brommers, scooters en motoren zijn wel waargenomen (op locaties 3, 5 en 6) maar in verhouding tot de totale meettijd is hun aandeel nihil.

In het verbod op motorvoertuigen op Schiermonnikoog is een ontheffing opgenomen voor motorvoertuigen die onmisbaar zijn voor de levering van goederen en diensten aan of op het eiland gevestigde rechtspersonen en particulieren. Landbouwvoertuigen behoren ondermeer tot die categorie. Trekkers zijn in 3% van de totale meettijd waargenomen.

Boten zijn voornamelijk op dinsdag waargenomen, in 3% van de totale meettijd. Alleen op locatie 4 zijn vrachtboten op de Noordzee waargenomen. Op maandag was het aandeel van de categorie boten in de totale meettijd verwaarloosbaar.

Tabel 8.2: percentage verstoorde tijd en geluidsniveaus tengevolge van de meest voorkomende motorische bronnen op Schiermonnikoog

dag	datum	vliegtuig	auto ^a	boot ^a	tractor ^a	br/mo ^a	Totaal
		Percentage van meettijd dat bron werd waargenomen					
beide dagen		32%	0%	2%	3%	0%	36%
ma	22 aug	37%	1%	0%	2%	0%	39%
di	30 aug	27%	1%	3%	4%	0%	33%
		L _{max} , gemiddelde van maximale passageniveaus per bron in dB(A)					
ma	22 aug	55,8	29,8		30,0	27,5	
di	30 aug	58,0	31,5			36,0	
		L _{eq} , gemiddelde (equivalente) geluidsniveau van alle passages in dB(A)					
							L _{eq} (mot)
ma	22 aug	41,3	-		-	-	41,3
di	30 aug	40,5	-			-	40,5

^a: als geen waarde is vermeld is deze bron niet waargenomen of in de registratie niet herkenbaar; met een liggend streepje wordt aangegeven dat het niveau verwaarloosbaar is (< 10 dB(A))

¹ Omdat verschillende geluidsbronnen ook gelijktijdig kunnen optreden is de totale tijd dat één of meer bronnen waarneembaar zijn, kleiner dan de som van de percentages per bron.

In tabel 8.2 staan per bron tevens de maximale en equivalente geluidsniveaus gespecificeerd. Het maximale geluidsniveau van een bepaalde bron, waarbij steeds het gemiddelde is genomen over alle keren dat de bron op die dag werd gemeten, wordt voornamelijk bepaald door de afstand van de bron tot de meetplaats.

De hoogste geluidsniveaus worden veroorzaakt door vliegtuigen, namelijk tot gemiddeld 56 resp. 58 dB(A). Uit de waarneming in het veld blijkt dat de hoge niveaus veroorzaakt werden door militaire vliegtuigen. Het monotone gebrom van propellervliegtuigen behorend tot de kleine burgerluchtvaart bleek in het veld ook beter waarneembaar dan de toestellen behorend tot de grote burgerluchtvaart. Vliegtuigen behorend tot de grote burgerluchtvaart, die op grotere hoogte vliegen dan de kleine luchtvaart, zijn minder luid waargenomen.

Brommers, scooters en motoren scoren ongeveer even hoog als auto's als het gaat om het gemiddelde maximale geluidsniveau. In de categorie trekkers kon alleen op maandag een maximaal geluidsniveau van 30 dB(A) veroorzaakt door één trekker vastgesteld worden. Op dinsdag kon voor de categorie trekkers geen maximaal geluidsniveau uit de registratie bepaald worden.

Het equivalente geluidsniveau ten gevolge van alle motorische bronnen $L_{eq}(mot)$ wordt geheel bepaald door vliegtuigen. Op beide dagen is dit, afgerond, 41 dB(A). De bijdrage van de overige bronnen aan het totaal is verwaarloosbaar doordat ze weinig luid zijn en vooral heel weinig voorkomen: de bijdrage van deze bronnen aan het gemiddelde geluidsniveau valt zeggezegd weg in de totale (meet)tijd.

8.3 Overzicht per locatie

In tabel 8.3 is een overzicht gegeven van de per dag over de gehele meettijd bepaalde geluidsniveaus in het gebied. In de figuren 8.2, 8.3 en 8.4 staan de geluidsniveaus uitgezet per 10 minuten meten op de verschillende meetlocaties, met ter vergelijking de waarden van de gehele dag volgens tabel 8.3. Er is op elke locatie op werkdagen twee keer gemeten: in de ochtend of vroege middag (a), en enige tijd later nogmaals in de middag (b).

Het L_{95} is een statistische maat voor het achtergrondgeluid en komt ongeveer overeen met het laagst voorkomende geluidsniveau in het gebied dan wel op de locatie. 70% van alle meetwaarden liggen in de band tussen het L_{15} en het L_{85} ; deze waarden geven dus een indruk van de spreiding van de meetwaarden per locatie of over de hele dag. Het L_{50} is ook een statistische geluidsmaat: 50% van alle meetwaarden ligt boven het L_{50} , 50% eronder. Het L_{eq} ten slotte is het (logaritmisch) gemiddeld voorkomende geluidsniveau, waarbij harde geluiden relatief zwaar meetellen.

Tabel 8.3: statistische en gemiddelde (L_{eq}) waarden van het niveau van alle omgevingsgeluid op Schiermonnikoog

dag	datum	L_{95}	L_{85}	L_{50}	L_{15}	$L_{eq}(\text{dag})$
ma	22-aug-05	21,9	23,2	26,8	34,9	41,8
di	30-aug-05	25,3	25,7	27,0	30,7	44,6

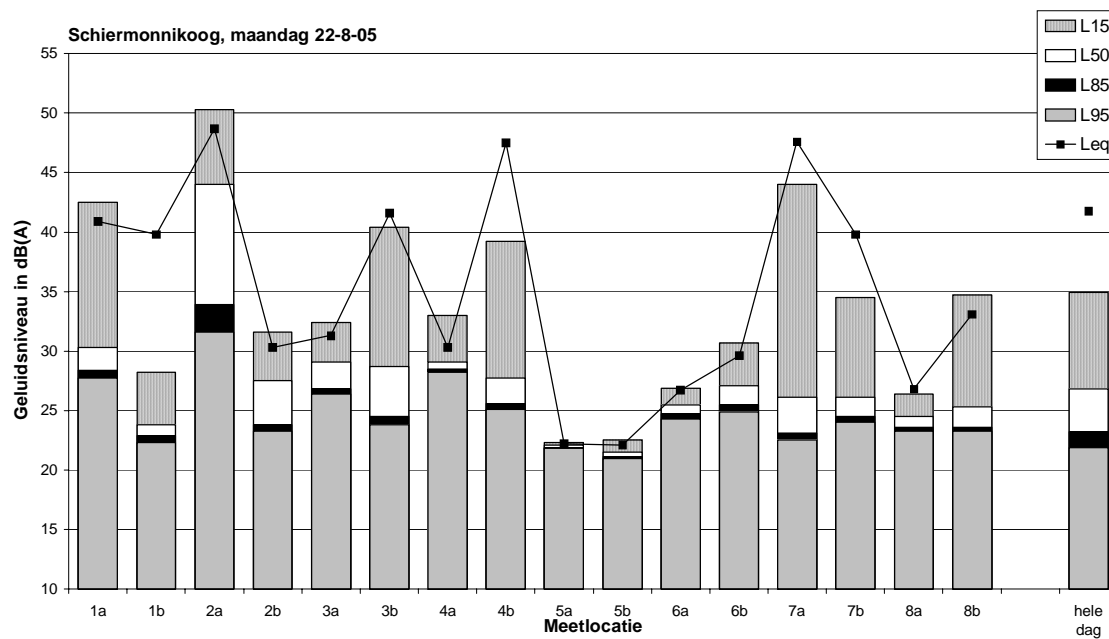
8.4 Achtergrondgeluid

Uit figuur 8.2 blijkt dat op maandag 22 augustus het achtergrondniveau L_{95} tussen de verschillende locaties varieerde van, afgerond, 21 tot 32 dB(A). De windsnelheid op deze dag was gemiddeld 1,8 m/s en de windrichting draaide van noordoost in de ochtend naar noordwest in de middag. De hoogste waarden van het achtergrondgeluid kwamen voor bij locatie 2, de laagste waarden bij locatie 1, 5 en 7.

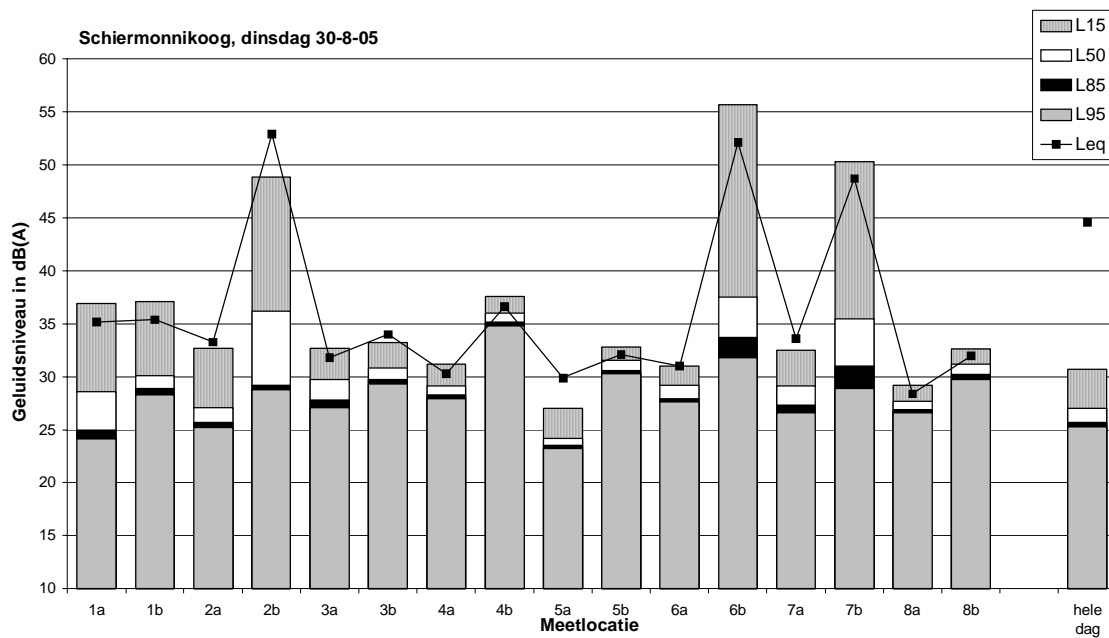
Op dinsdag 30 augustus (figuur 8.3) varieerde het achtergrondniveau L_{95} van 23 tot 35 dB(A), met de hoogste waarde bij locaties 4 en 6, de laagste bij locaties 1 en 5. De windsnelheid was op deze dag gemiddeld 4,2 m/s en de windrichting draaide van noordwest in de ochtend naar noordoost in de middag.

Locatie 5, gelegen in de duinen blijkt dus steeds een lage waarde van het L_{95} te hebben, vooral op 22 augustus. De locaties 2, 4 en 6 hebben in een enkele meting de hoogste waarden van het achtergrondniveau van meer dan 30 dB(A). Op locatie 2 wordt het hoge niveau veroorzaakt door een langdurige verstoring van een straaljager. Een hoge waarde voor het achtergrondniveau kan in een bosrijke omgeving ook optreden doordat de wind de bladeren doet ruisen. Dit kan het geval zijn op locaties 4 en 6 toen op de dinsdagmiddag de wind in kracht toenam.

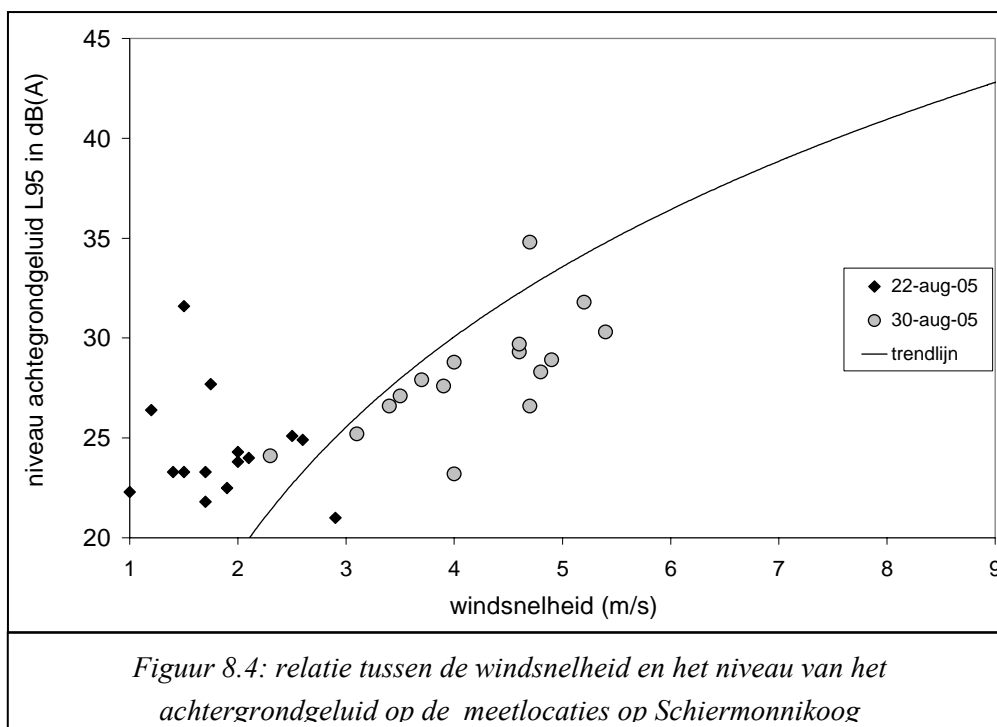
In figuur 8.4 is het achtergrondniveau L_{95} weergegeven als functie van de windsnelheid. De achtergrondniveaus zijn steeds op per locatie bepaald over 10 minuten. De windsnelheden zijn door het KNMI gegeven in tienden m/s gemiddeld per 10 minuten; daarbij zijn de gelijktijdige metingen van het geluidniveau en de windsnelheid gekozen. De lijn geeft het verband tussen windsnelheid en achtergrondniveau zoals dat in Nederlandse stiltegebieden is geconstateerd. Duidelijk is te zien dat op 30 augustus de windsnelheid hoger is dan op maandag 22 augustus. Bij zwakke wind (< 3 m/s) heeft de wind nauwelijks nog invloed en wordt het achtergrondgeluid door andere bronnen bepaald. Relatief lage waarden voor het achtergrondniveau bij een relatief hoge windsnelheid, kunnen duiden op een meer beschutte locatie.



Figuur 8.2: gemeten geluidsniveaus per locatie en van alle locaties samen op Schiermonnikoog op maandag 22 augustus



Figuur 8.3: gemeten geluidsniveaus per locatie en van alle locaties samen op Schiermonnikoog op dinsdag 30 augustus



8.5 Locaties met de hoogste geluidsniveaus

Op een aantal locaties kwamen hoge geluidsniveaus voor in vergelijking met de overige locaties op dezelfde dag of in vergelijking met het geluidsniveau van de hele dag. Het kan dan gaan om een relatief hoog L_{95} (achtergrondniveau), een relatief hoog L_{15} en/of een relatief hoog L_{eq} ¹. Op dinsdag 30 augustus was de windkracht (gemiddeld 3 Bft) hoger dan op maandag (gemiddeld 2 Bft), daarom zijn de gekozen criteria om lawaaiige locaties te onderscheiden voor deze dag hoger dan op maandag.

Relatief hoge geluidsniveaus kwamen vooral voor op locaties 2, 4, en 6. Voor deze locaties geldt dat zowel het L_{eq} , het L_{15} en het L_{95} relatief hoog zijn. Op locatie 7 is het L_{eq} en het L_{15} relatief hoog; het L_{95} behoort op deze locatie echter tot de laagste waarden. Voor locaties 1 en 3 geldt dat op een van beide dagen of het L_{15} en of het L_{95} tot de relatief hoge waarden behoort. Relatief hoge geluidsniveaus kwamen helemaal niet voor op locatie 8 en op locatie 5 was er alleen op dinsdag een relatief hoge waarde voor het achtergrondniveau.

De oorzaken van de relatief hoge waarden zijn:

- Op locatie 2 zijn op maandagochtend en dinsdagmiddag en op locatie 6 op dinsdagmiddag de passage van militaire vliegtuigen de oorzaak voor relatief hoge geluidsniveaus.

¹Gebruikte criteria hier: $L_{eq,locatie} > L_{eq,dag}$; maandag (windkracht 2): $L_{15} > 36$ dB(A), $L_{95} > 26$ dB(A); dinsdag (windkracht 3): $L_{15} > 40$ dB(A), $L_{95} > 30$ dB(A)

- Ook op locatie 4 is de passage van een straaljager de oorzaak van een hoog niveau van het L_{eq} en L_{15} . De relatief hoge waarde van het L_{95} op maandagochtend wordt veroorzaakt door de branding aan de Noordzeekust en op dinsdagmiddag door de toegenomen windkracht.
- Op locatie 7 is er sprake van relatief hoge waarden van het L_{15} en het L_{eq} waarvoor wederom een minder langdurige straaljagerpassage de oorzaak is.
- Op maandagochtend op locatie 1 en op maandagmiddag op locatie 3 is de passage van een straaljager de oorzaak van een het relatief hoog L_{15} .
- Voor locatie 5 geldt dat het L_{95} een relatief hoge waarde heeft op dinsdagmiddag 30 augustus. Op deze dinsdagmiddag is uitgeweken naar een naastgelegen duinpan, omdat recreanten zich ophielden in de duinpan waar de eerdere metingen plaatsvonden. Deze duinpan was echter minder beschut dan de eerdere duinpan gebruikt voor de meting, en had kennelijk een hogere waarde van het L_{95} .

Uit de waarnemingen blijkt dus dat op Schiermonnikoog militaire vliegtuigen hoofdzakelijk de oorzaak zijn van luid vliegtuiglawaai. Een aantal propellervliegtuigen die behoren tot de kleine burgerluchtvaart zijn ook duidelijk waarneembaar geweest, maar hebben niet tot duidelijk verhoogde geluidsniveaus geleid. De overvluchten lijken niet locatiespecifiek: de vliegtuigen hadden ook op andere locaties waargenomen kunnen worden.

8.6 Locaties met lagere geluidsniveaus

Door de in de vorige paragraaf genoemde relatief lawaaiige locaties uit de gegevens te verwijderen kan men zich uit de dan overgebleven gegevens een beeld vormen van de rest van het gebied, waar de locaties relatief stil of hooguit matig lawaaiig waren en zich dus geen opvallend lawaaiige activiteiten voordeden. Zoals hierboven bleek moeten dan gegevens van de lawaaiige meetperioden van locaties 1, 2, 3, 4, 6 en 7 worden verwijderd¹. Van de resterende locaties bedraagt de totale meettijd vier uur (maandag 110 minuten en dinsdag 130 minuten), dus 75% van de totale meettijd in het hele gebied. Het resultaat is weergegeven in tabel 8.5.

Uit tabel 8.5 blijkt dat in het minder lawaaiige, rustiger deel van het gebied gedurende 17% van de tijd nog vliegtuigen werden waargenomen, dus aanmerkelijk minder dan de 32% in het hele gebied inclusief de lawaaiige locaties. Van de motorische bronnen blijven de vliegtuigen de meest gehoorde bron, ook in het rustiger deel. Na vliegtuigen zijn trekkers de meest gehoorde bron.

De door de vliegtuigen veroorzaakte maximale geluidsniveau ligt in het rustiger deel 17 dB(A) lager, voor het gemiddelde geluidsniveau is het verschil met het lawaaiige deel 16 dB(A). Vliegtuigen zijn ook in het rustige deel de luidste motorische geluidsbronnen.

¹ dit zijn op maandag: 1a, 2a, 3b, 4b, 7a; op dinsdag: 2b, 6b, 7b

Voor de overige bronnen geldt dat deze in het minder lawaaiige, rustiger deel van het gebied even weinig gehoord zijn als in het gehele gebied. De bijdrage van overige bronnen aan het gemiddelde geluidsniveau veroorzaakt door alle bronnen, het $L_{eq}(mot)$, is verwaarloosbaar

Tabel 8.5: percentage verstoorde tijd en geluidsniveaus tengevolge van de meest voorkomende motorische bronnen in het rustiger deel van Schiermonnikoog

dag	datum	vliegtuig	auto ¹	boot ¹	tractor ¹	br/mo ¹	Totaal
		Percentage van meettijd dat bron werd waargenomen					
beide dagen		17%	1%	2%	4%	0%	23%
ma	22 aug	22%	1%	0%	3%	0%	25%
di	30 aug	12%	1%	4%	5%	0%	21%
		L_{max} , gemiddelde van maximale passageniveaus per bron in dB(A)					
ma	22 aug	36,3	29,8		27,0	27,5	
di	30 aug	40,6	31,5			36,0	
		L_{eq} , gemiddelde (equivalente) geluidsniveau van alle passages in dB(A)					
							$L_{eq}(mot)$
ma	22 aug	21,4	-		-	-	21,4
di	30 aug	24,7	-			-	24,7

¹: als geen waarde is vermeld is deze bron niet waargenomen of in de registratie niet herkenbaar; met een liggend streepje wordt aangegeven dat het niveau verwaarloosbaar is (< 10 dB(A))

8.7 Samenvatting en conclusies

Schiermonnikoog is een van de kleinere waddeneilanden. Voor toeristen en bezoekers van het eiland is het niet toegestaan hun motorvoertuig mee te nemen. Het omgevingsgeluid wordt vooral bepaald door het ruisen van de wind, de branding van de zee, agrarisch en lokaal verkeer en rustige vormen van recreatie, zoals wandelen en fietsen.

Er is gemeten gedurende in totaal ruim vijf uur en een kwartier, gelijkelijk verdeeld over acht locaties en twee dagen. Op maandag 22 augustus en dinsdag 30 augustus waren op beide dagen samen gedurende 37% van de meettijd gemotoriseerde bronnen hoorbaar. Op de maandag was dit percentage het grootst: 40% van de meettijd is er sprake van verstoring door motorische bronnen.

Van deze motorische bronnen is de categorie vliegtuigen op beide dagen de meest voorkomende bron van geluid met respectievelijk 37% en 27%. De bijdrage van auto's is voor beide dagen even gering, namelijk 1%.

De hoogste geluidsniveaus worden veroorzaakt door vliegtuigen. Ook aan het equivalente geluidsniveau $L_{eq}(mot)$ ten gevolge van alle motorische bronnen is de bijdrage van

vliegtuigen het grootste. De bijdrage van de overige bronnen aan het $L_{eq}(mot)$ is verwaarloosbaar.

Op maandag varieerde het achtergrondniveau L_{95} tussen de verschillende locaties van, afgerond, 21 tot 32 dB(A). De wind was op deze dag zeer zwak en draaide van noordoost in de ochtend naar noordwest in de middag. Op dinsdag varieerde het achtergrondniveau L_{95} van 23 tot 35 dB(A), was de wind zwak tot matig en draaide van noordwest in de ochtend naar noordoost in de middag. Locatie 5 in de duinen blijkt vrijwel steeds, vermoedelijk door de beschutte ligging, een lage waarde van het L_{95} te hebben. Locatie 4 en 6 hebben waarschijnlijk een natuurlijke oorzaak voor het hoge achtergrondniveau: ruisende bomen of branding van de zee.

Een aantal locaties zijn relatief lawaaiig te noemen als er gelet wordt op het voorkomen van gemotoriseerde bronnen. Uit de waarneming in het veld blijkt dat op Schiermonnikoog militaire vliegtuigen hoofdzakelijk de oorzaak zijn van het stoorgeluid. Een aantal propellervliegtuigen die behoren tot de kleine burgerluchtvaart zijn ook duidelijk waarneembaar geweest. Deze verstoring lijkt niet locatiespecifiek: de vliegtuigen hadden ook op andere locaties kunnen voorkomen.

Door de relatief lawaaiige locaties uit de gegevens te verwijderen kan men zich uit de dan overgebleven gegevens een beeld vormen van het rustige deel van het gebied. In dat rustiger deel van het gebied werden gedurende 17% van de tijd nog vliegtuigen waargenomen, dus aanmerkelijk minder dan de 32% in het hele gebied inclusief de lawaaiige locaties. Vliegtuigen zijn ook in het rustige deel de luidste motorische geluidsbronnen. Voor de overige bronnen geldt dat deze in het minder lawaaiige, rustiger deel van het gebied even weinig gehoord werden als in het gehele gebied en dat hun bijdrage aan het gemiddelde geluidsniveau verwaarloosbaar is.

De stilte op Schiermonnikoog wordt op een zomerse dag in de vakantieperiode vooral verstoord door militaire vliegtuigen. Bij afwezigheid van deze vliegtuigen zou men minder vliegtuigen horen en zouden ze ook minder luid zijn.¹

1 door het verwijderen van de lawaaiigste vluchten (steeds straaljagers) daalde het percentage door vliegtuiggeluid verstoord tijd van 32% naar 17%, het gemiddelde maximale niveau van 56 - 58 dB(A) (di - wo) tot 36 - 41 dB(A), en het gemiddelde niveau ($L_{eq,dag}$) van 41 dB(A) naar 21 - 25 dB(A) (di - wo)



9.1 Omstandigheden bij metingen in het Drents-Friese wold

Het Drents-Friese Wold is gelegen ten zuidwesten van Appelscha. Het afwisselende landschap van het Drents-Friese Wold bestaat uit bos, heide, stuifzand en beekdalgraslanden. De provinciale weg N381 is de autoweg van Drachten naar Emmen en doorsnijdt het Friese gedeelte van het Drents-Friese Wold. Het gebied is toegankelijk over voornamelijk zand- en schelpenpaden. Deze zijn geschikt voor rustige vormen van recreatie zoals, wandelen en fietsen.

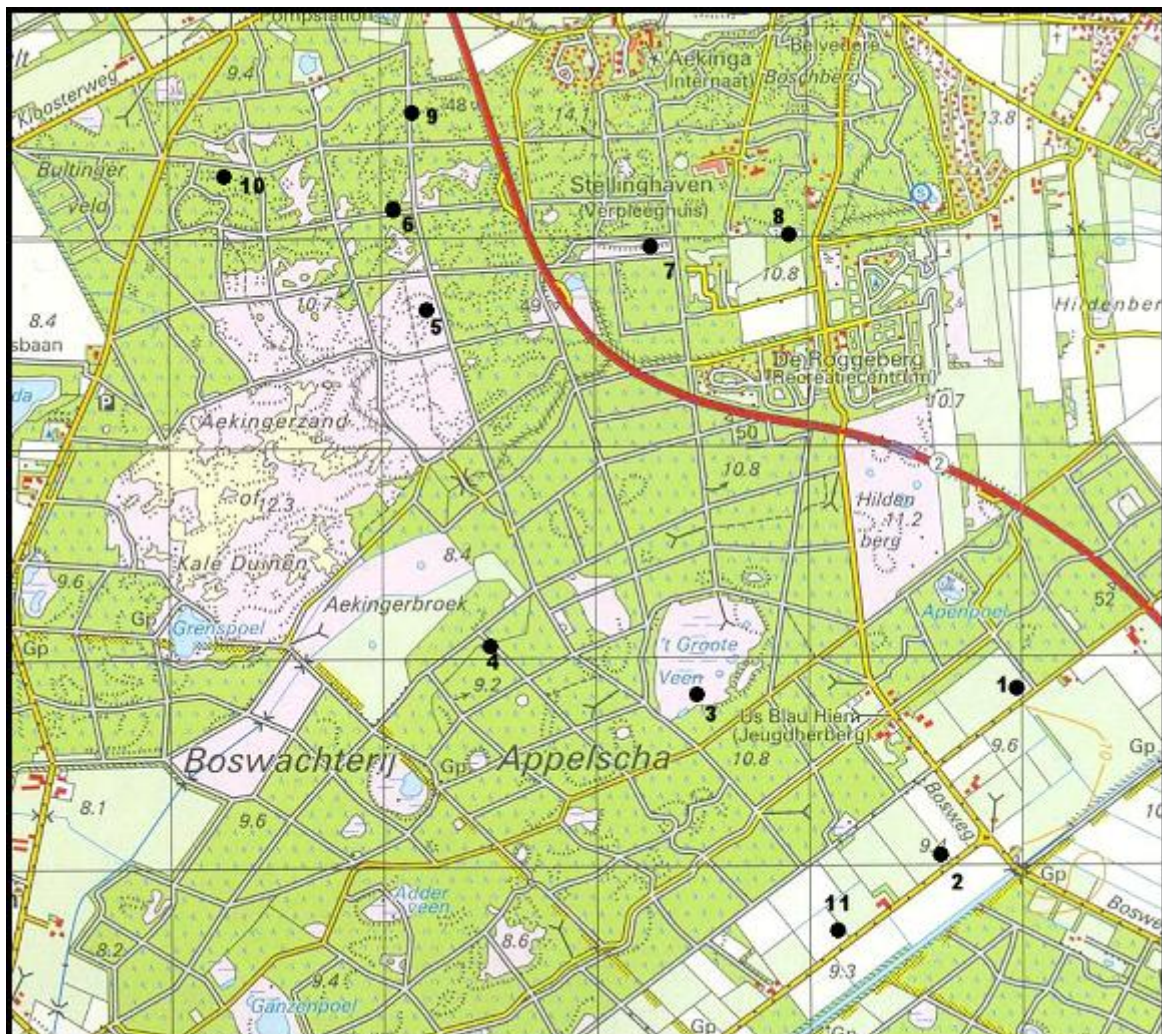
Het omgevingsgeluid wordt bepaald door de wind in de bomen, vogelgeluiden en geluiden voortgebracht door recreanten. Ook hoorbaar zijn autoverkeer, vliegverkeer en landbouwvoertuigen.

De meetlocaties zijn gelegen in verschillende type gebieden: locaties 1, 2 en 11 zijn gelegen in een agrarisch gebied, locaties 5 en 6 in het bos. De overige locaties zijn gelegen in een half open landschap: een open veld omgeven door bos. De meetlocaties zijn als volgt:

- 1 Langs de klinkerweg Oude Willemsweg, 250 m voor de boerderij.
- 2 Langs de geasfalteerde Oude Willemsweg tussen Jan Jacobshoeve en de kruising.
- 3 250 m van het fietspad af, langs het wandelpad om het Grote Veen (open).
- 4 Langs het wandelpad 50 m na de kruising met het fietspad (bos).
- 5 In het Aekingerzand tussen het fietspad en een wandelpad, ongeveer 400 m hemelsbreed vanaf de N381, naast waterschapsmarkering (open).
- 6 Langs het fietspad, hemelsbreed ongeveer 500 m van de N381 (bos).

- 7 Langs het wandelpad rond het heideveld, ongeveer 100 m na kruising met het fietspad (open).
- 8 In een klein heideveld op ongeveer 100 m van het fietspad langs de Bosbergweg (open).
- 9 Langs het zandpad, 150 m na de kruising tussen het zandpad en het fietspad (bos).
- 10 600 m na de kruising van het fietspad met Canada/Appelschaseweg, langs het fietspad (bos).
- 11 Langs de geasfalteerde Oude Willemsweg, tussen Jan Jacobshoeve en Annahoeve, 200 m van de Jan Jacobshoeve.

Meetlocaties 9, 10 en 11 zijn alleen op dinsdag 23 augustus aangedaan, op deze dag is niet gemeten op locaties 4 en 6.



Figuur 9.1: ligging van de meetlocaties (●1 t/m ●11) in het Drents-Friese Wold

Tabel 9.1 geeft een overzicht van meettijden en meetomstandigheden, gerangschikt naar datum van meting. De meettijd is in principe 20 minuten (twee keer 10 minuten) per locatie per dag, maar op de eerste dag is er vanwege tijdrovende verplaatsingen tussen de metingen en plaatselijke regenbuien op elke locatie slechts eenmaal gemeten en is er gekozen voor acht meetlocaties in plaats van de gebruikelijke negen. Op de beide overige dagen is de beoogde meettijd geheel gerealiseerd. De totale netto meettijd over alle dagen in het gebied is zes uur en 40 minuten. De windsnelheid is de gemiddelde windsnelheid tussen de in tabel 9.1 aangegeven begin- en eindtijd. Deze is bepaald uit door het KNMI verstrekte gegevens van station Eelde.

Tabel 9.1: data en weersomstandigheden tijdens de meetdagen

dag	datum	tijd		meet- duur (min)	wind- snelheid kracht		windrichting	bewol- kings graad	max temp (°C)
		begin	eind		(m/s)	(Bft)			
di	23 aug 05	10:00	18:00	80	6	4	335° NNW	5/8	20
wo	31 aug 05	10:00	18:00	160	4	3	120° OZO	0	29
ma	3 okt 05	10:00	18:00	160	2	2	31° NNO	2/8	17

9.2 Bijdrage gemotoriseerde bronnen

In tabel 9.2 is een opsomming gegeven van alle door gemotoriseerde bronnen veroorzaakte verstoringen in het Drents-Friese Wold, uitgesplitst per dag en per bron. De provinciale weg N381 is als aparte geluidsbron in deze tabel opgenomen, omdat deze weg op veel locaties voortdurend hoorbaar was, terwijl bij het overige autoverkeer sprake is van afzonderlijke passages. Op alle dagen samen waren gedurende 89% van de meettijd gemotoriseerde bronnen hoorbaar.¹ Op de eerste meetdag is in 94% van de totale meettijd een gemotoriseerde bron waargenomen, op de tweede meetdag, woensdag, en op de derde meetdag, maandag, was dit elk 88%.

De N381 is op alle dagen de meest waargenomen bron. Op maandag en woensdag wordt de provinciale weg in 78% en respectievelijk 76% van de meettijd waargenomen op dinsdag in 85% van de meettijd. Vliegtuigen zijn op alle dagen, na de N381, de tweede meest waargenomen bron, met op dinsdag het grootste aandeel (55%) in de meettijd terwijl het op woensdag en maandag veel lager was (37% resp. 33%). Dit verschil verklaart het grotere percentage in de totale door motorische bronnen verstoorde tijd. De derde bron van betekenis is de categorie auto's (anders dan van de N381), die over alle dagen gedurende 12 % van de tijd waarneembaar was. Een mogelijke verklaring voor het lagere aandeel auto's op maandag is waarschijnlijk dat de Oude Willemsweg gestremd was voor doorgaand verkeer richting Wateren en Diever.

¹ Omdat verschillende geluidsbronnen ook gelijktijdig kunnen optreden is de totale tijd dat één of meer bronnen waarneembaar zijn, kleiner dan de som van de percentages per bron.

De categorie trekkers werd op maandag gedurende 13% van de tijd waargenomen en op dinsdag en woensdag niet resp. nauwelijks. Ook brommers, scooters en motoren zijn niet of nauwelijks waargenomen.

Tabel 9.2: percentage verstoorde tijd en geluidsniveaus tengevolge van de meest voorkomende motorische bronnen in het Drents-Friese Wold

dag	datum	vliegtuig	auto	N381 ¹	tractor ¹	br/mo ¹	Totaal
		Percentage van meettijd dat bron werd waargenomen					
alle dagen		39%	12%	79%	6%	0%	89%
di	23 aug	55%	14%	85%	0%	1%	94%
wo	31 aug	37%	12%	78%	3%	0%	88%
ma	3 okt	33%	11%	76%	13%	0%	88%
		L_{\max} , gemiddelde van maximale passageniveaus per bron in dB(A)					
di	23 aug	67,4	72,1			40,0	
wo	31 aug	44,4	65,5	45,3	46,5	65,0	
ma	3 okt	49,8	69,7	39,1	54,6		
		L_{eq} , gemiddelde (equivalente) geluidsniveau van alle passages in dB(A)					
							$L_{eq}(\text{mot})$
di	23 aug	46,2	51,7			14,7	52,8
wo	31 aug	31,8	45,2	26,7	26,8	29,5	45,7
ma	3 okt	31,1	48,0	27,9	39,6		48,7

¹: als geen waarde is vermeld is deze bron niet waargenomen of in de registratie niet herkenbaar

In tabel 9.2 staan per bron tevens de maximale en equivalente geluidsniveaus gespecificeerd. Het maximale geluidsniveau van een bepaalde bron, waarbij steeds het gemiddelde is genomen over alle keren dat de bron op die dag werd gemeten, wordt voornamelijk bepaald door de afstand van de bron tot de geluidsmeter.

Het gemiddeld maximale geluidsniveau tenevolge van de N381 was op woensdag, afgerond, 45 dB(A) en op maandag 39 dB(A). Met weglating van één luide passage van 51 dB(A) op woensdag komt het gemiddeld maximale niveau op 42 dB(A).

Bij de categorie afzonderlijke auto's gaat het om nabije passages; het gemiddelde maximale niveau in deze categorie is 66 tot 72 dB(A). Vrachtauto's veroorzaken in deze categorie de hoogste maximale geluidsniveaus per passage, namelijk tot 73 dB(A).

Bij de categorie vliegtuigen wordt de hoge waarde op dinsdag veroorzaakt door een straaljager met een hoogste niveau tijdens de passage van 81 dB(A). Zonder deze straaljager is het gemiddeld maximale geluidsniveau van vliegtuigpassages 47 dB(A), dus in overeenstemming met de waarde voor andere dagen (44 en 49 dB(A)). Uit de waarneming in het veld blijkt dat hierbij gaat om sportvliegtuigen en grote, hoge verkeersvliegtuigen.

Ook in de categorie brommers, scooters en motoren is er een hoog maximaal niveau van, afgerond, 65 dB(A). Hier gaat het om twee gelijktijdige en nabije brommerpassages. Verder is deze categorie nauwelijks waargenomen. Trekkers zijn op dinsdag niet waargenomen. Op beide dagen, was het gemiddeld maximale niveau veroorzaakt door trekkers, 47 respectievelijk 55 dB(A). Op maandag was een trekker relatief dichtbij locatie 2 aan het werk hetgeen het hogere gemiddelde maximale geluidsniveau verklaart.

9.3 Overzicht per locatie

In tabel 9.3 is een overzicht gegeven van de per dag over de gehele meettijd bepaalde geluidsniveaus in het gebied. In de figuren 9.2, 9.3, en 9.4 staan de geluidsniveaus uitgezet per 10 minuten meten op de verschillende meetlocaties, met ter vergelijking de waarde van de gehele dag volgens tabel 9.3. Er is op elke locatie, met uitzondering van dinsdag 23 augustus, op alle dagen twee keer gemeten: in de ochtend of vroege middag (a), en enige tijd later nogmaals in de middag (b). Het L_{95} is een statistische maat voor het achtergrondgeluid en komt ongeveer overeen met de laagst voorkomende geluidsniveaus in het gebied dan wel op de locatie. 70% van alle meetwaarden liggen in de band tussen het L_{15} en het L_{85} , deze waarden geven dus een indruk van de spreiding van de meetwaarden per locatie of over de hele dag. Het L_{50} is ook een statistische geluidmaat: 50% van alle meetwaarden in het gebied dan wel op de locatie ligt boven het L_{50} , 50% eronder. Het L_{eq} ten slotte is het gemiddeld voorkomende geluidsniveau, waarbij harde geluiden relatief zwaar meetellen.

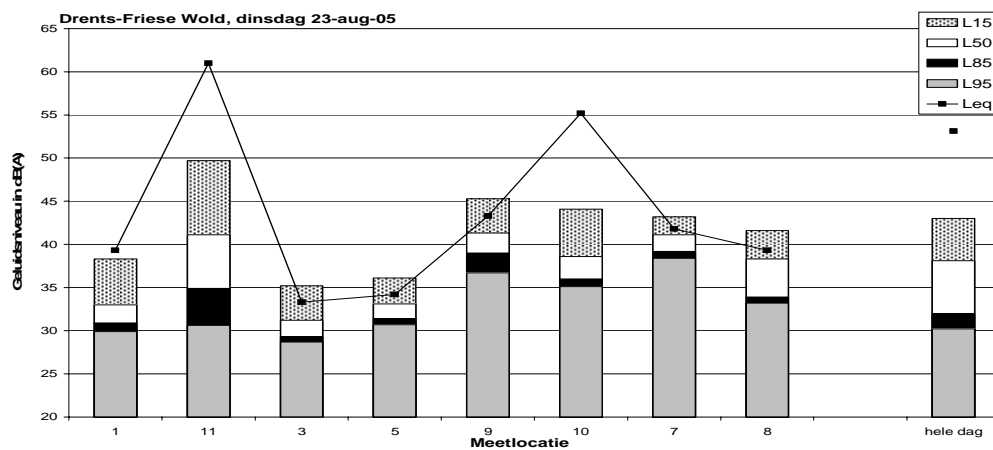
Tabel 9.3: statistische en gemiddelde (L_{eq}) waarden van het niveau van alle omgevingsgeluid in het Drents-Friese Wold

dag	datum	L_{95}	L_{85}	L_{50}	L_{15}	$L_{eq}(\text{dag})$
Di	23 aug	30,2	32,0	38,1	43,0	53,1
Wo	31 aug	30,7	33,6	38,6	42,3	47,3
Ma	3 okt	26,3	28,4	33,4	39,4	49,2

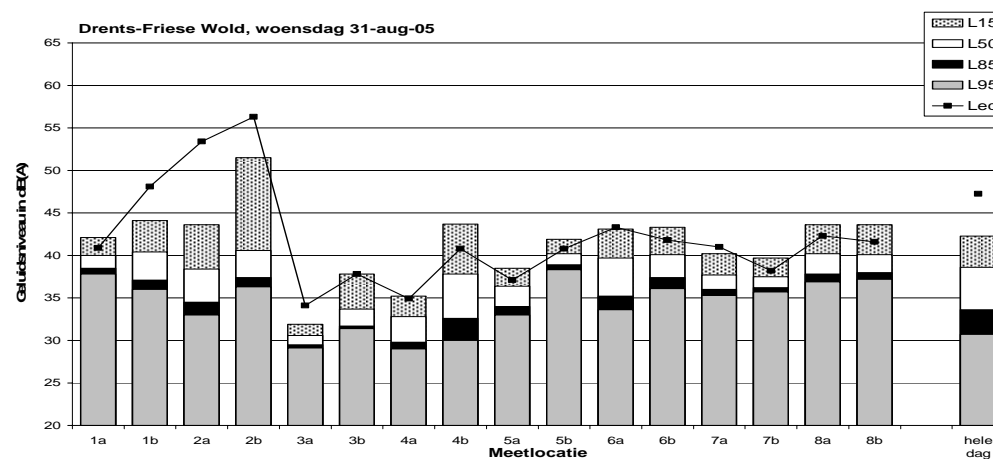
9.4 Achtergrondgeluid

Uit figuur 9.2 blijkt dat op dinsdag 23 augustus het achtergrondniveau L_{95} op de verschillende locaties varieerde van 30 tot 38 dB(A). De hoogste waarde is te vinden op locatie 7 en wordt voornamelijk veroorzaakt door lichte regen en een toenemende windsnelheid veroorzaakt door een aankomende regenbui. De laagste waarden zijn te vinden op de locaties 1, 11, 3 en 5.

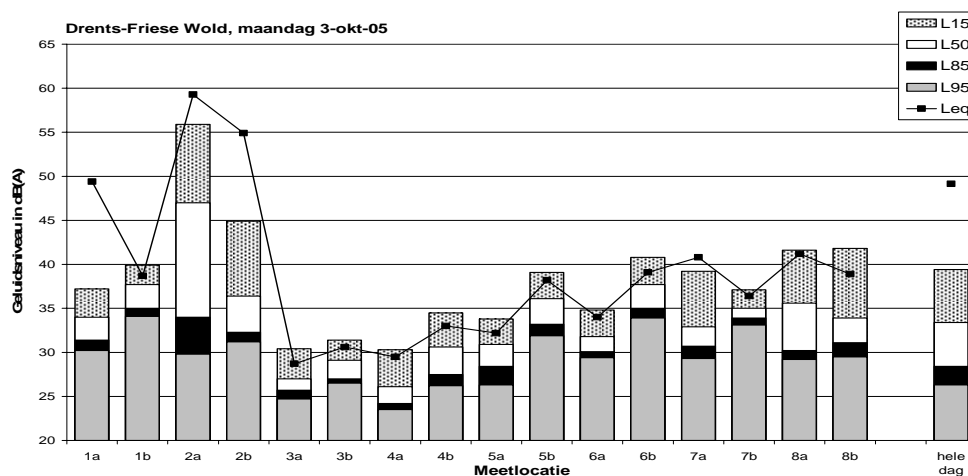
Uit figuur 9.3 blijkt dat op woensdag 31 augustus het achtergrondniveau L_{95} op verschillende locaties varieerde van 29 tot 38 dB(A). De laagste waarden zijn te vinden op locaties 3, 4 en in de ochtend op locaties 2, 5 en 6. Hoge waarden zijn vooral te vinden op locaties 1, 7, en 8. In de middag ook op locaties 5 en 6.



Figuur 9.2: gemeten geluidsniveaus per locatie en van alle locaties samen in het Drents-Friese Wold op dinsdag 23 augustus



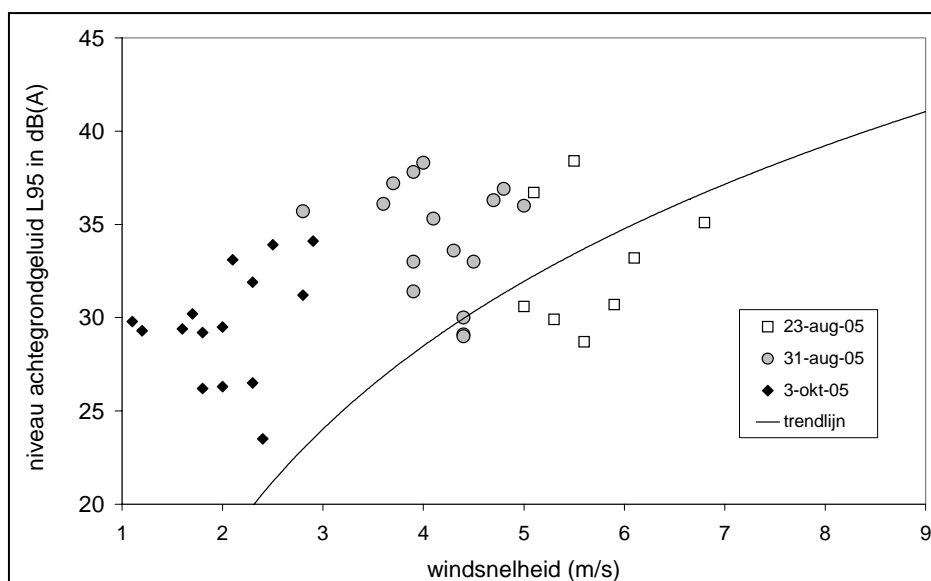
Figuur 9.3: gemeten geluidsniveaus per locatie en van alle locaties samen in het Drents-Friese Wold op woensdag 31 augustus



Figuur 9.4: gemeten geluidsniveaus per locatie en van alle locaties samen in het Drents-Friese Wold op maandag 3 oktober

Op maandag 3 oktober is in figuur 9.4 te zien dat het achtergrondniveau L_{95} op verschillende locaties varieerde van 24 tot 34 dB(A). De gemiddeld lagere windsnelheid op maandag verklaart de ook wat lagere waarden van het L_{95} op die dag in vergelijking met de twee andere dagen. De laagste waarden zijn op maandag wederom te vinden op locaties 3 en 4 en de hogere waarden op locaties 1, 5, 6 en 7 en in mindere mate op locatie 8.

In figuur 9.5 is het achtergrondniveau L_{95} weergegeven als functie van de windsnelheid. De achtergrondniveaus zijn steeds op per locatie bepaald over 10 minuten. De windsnelheden zijn door het KNMI gegeven in tienden m/s gemiddeld per 10 minuten; daarbij zijn de gelijktijdige metingen van het geluidniveau en de windsnelheid gekozen. De lijn geeft het verband tussen windsnelheid en achtergrondniveau zoals dat in Nederlandse stiltegebieden is geconstateerd. Duidelijk is te zien dat de geluidsniveaus meestal hoger zijn dan de met de wind samenhangende achtergrondniveaus; alleen op 23 augustus, toen de windsnelheid gemiddeld 6 m/s was en het hoogst van de drie dagen, liggen de geluidsniveaus enigszins bij de verwachte waarde. Bij zwakkere wind had de wind nauwelijks nog invloed en werd het achtergrondgeluid door andere bronnen bepaald, en wel vooral de N381.



Figuur 9.5: relatie tussen de windsnelheid en het niveau van het achtergrondgeluid op de meetlocaties in het Drents-Friese Wold

9.5 De invloed van de provinciale weg N381

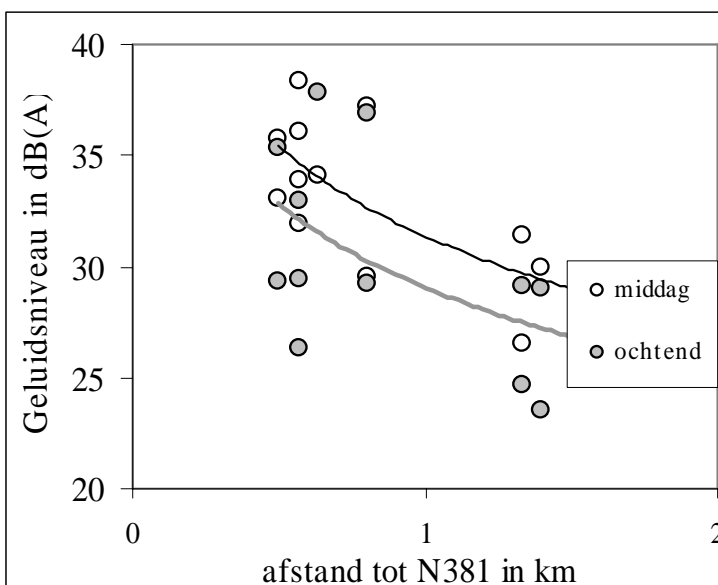
Het wegverkeer op de provinciale weg N381 is hoorbaar op bijna alle locaties in het Drents-Friese Wold en beïnvloedt de hoogte van het achtergrondniveau. Ook het weer heeft invloed op de hoogte van het (natuurlijk) achtergrondniveau, zoals bij regen en

(veel) wind. Om de invloed van de N381 te bepalen is in figuur 9.6 het niveau van het achtergrondgeluid uitgezet tot de afstand tussen meetlocatie en de N381. De gemeten waarden van het L_{95} op maandag en woensdag zijn uitgezet in figuur 9.6. Hierbij zijn niet alle waarden van het L_{95} op maandag en woensdag meegenomen: als op een locatie het L_{95} langdurig door andere bronnen werd verstoord, is deze locatie niet meegenomen. Omdat het op dinsdag af en toe regende is geen gebruik gemaakt van de waarden van het achtergrondniveau op deze dag.

De lijnen in figuur 9.6 geven de beste logaritmische benadering (bij de gegeven meetpunten) voor het verband tussen het L_{95} en de afstand tot de N381 voor zowel de ochtend als de middag. De lijnen lopen vrijwel evenwijdig aan elkaar en hebben dus een constant verschil (van 2 dB). Het verschil tussen de ochtend en de middag kan waarschijnlijk verklaard worden door een toename van de verkeersintensiteit in de middag. Dat het verschil in de hoogte van het achtergrondniveau gevolg is van het verschil in windsnelheid lijkt minder aannemelijk, omdat het verschil in windsnelheid tussen de ochtend en de middag op beide dagen gering is.¹

In het Reken- en meet-voorschrift wegverkeers-lawaai 2002 wordt een weg gezien als een lijnbron. De afname met de afstand wordt daarom berekend met $D_{\text{afstand}} = 10 \cdot \log(R)$, waarin R de afstand is tussen het waarneempunt en de rijlijn. Bij verdubbeling van de afstand tot een weg daalt het geluidsniveau dan met 3 dB(A). Door de absorptie van geluid door lucht, bodem en vegetatie daalt het geluidsniveau nog verder, hetgeen vooral op grotere afstand merkbaar is.

De helling van de lijnen in figuur 9.6 is $12,4 \cdot \log(R)$ voor de ochtend en $13,4 \cdot \log(R)$ voor de middag. Dit komt goed overeen met een demping van $10 \cdot \log(R)$ met daarbij enige absorptie.

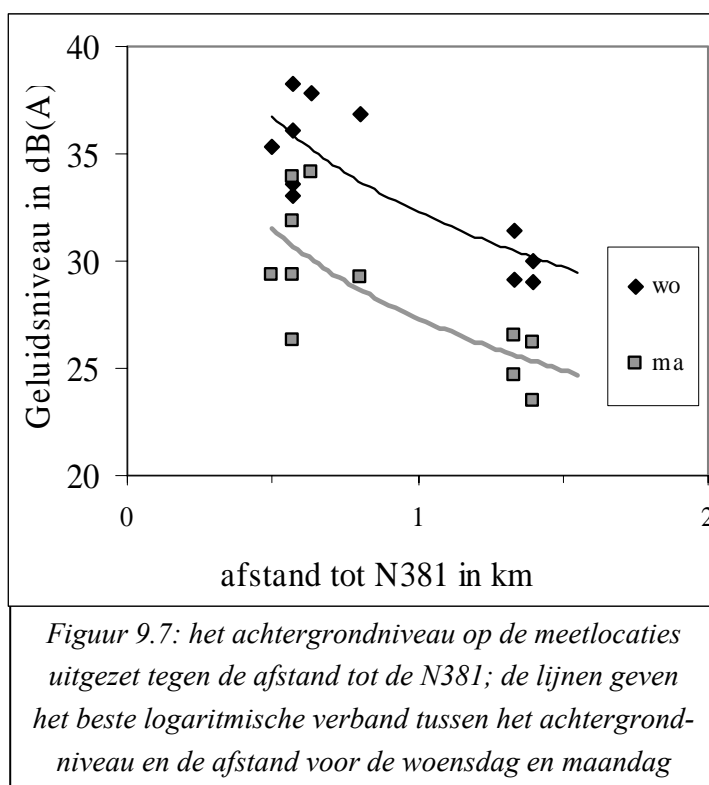


Figuur 9.6: achtergrondniveau op de meetlocaties uitgezet tegen de afstand tot de N381; de lijnen geven het beste logaritmische verband tussen het achtergrondniveau en de afstand voor de ochtend en middag

¹ Op maandagochtend was de wind NW met een gemiddelde snelheid van 1,6 m/s, op maandagmiddag ruimend naar NO met een snelheid van 2 m/s. Op woensdag was de wind OZO met 's ochtends een windsnelheid van 4 m/s, in de middag toenemend tot 4,3 m/s.

In figuur 9.7 is nogmaals het achtergrondniveau uitgezet tegen de afstand tot de N381, waarbij de gemeten waarden op maandag en woensdag zijn gebruikt van locaties ten zuiden en oosten van de N381 (d.w.z. niet locaties 7 en 8). Op nabije locaties van de provinciale weg wordt het achtergrondniveau door het wegverkeer op de N381 bepaald. Op grotere afstand zal de N381 mogelijk minder van invloed zijn op de hoogte van het achtergrondniveau. Het gemiddelde verschil in achtergrondniveau op beide dagen bedraagt 5 dB(A). Op maandag was de windrichting NW tot NO, op woensdag OZO. De helling van de trendlijn op maandag is $14,5 \cdot \log(R)$ en op woensdag $13,8 \cdot \log(R)$.

Het is niet aannemelijk dat de hogere waarden van het achtergrondniveau op woensdag verklaard worden door alleen de hogere windsnelheid van 4 m/s ten opzichte van 2 m/s op dinsdag. Een windsnelheid van 4 m/s is relatief laag en kan daarom het achtergrondniveau niet sterk bepalen. Bovendien bleek uit de waarneming in het veld dat op locaties nabij de N381 het achtergrondniveau op beide dagen bepaald werd door het wegverkeer op de N381. Het verschil tussen beide dagen is waarschijnlijk het gevolg van de windrichting en/of een hogere verkeersintensiteit op woensdag.



9.6 Locaties met de hoogste geluidsniveaus

Zoals blijkt uit de figuren 9.2, 9.3 en 9.4 kwamen op een aantal locaties hoge geluidsniveaus voor in vergelijking met de overige locaties op dezelfde dag of in vergelijking met het geluidsniveau van de hele dag. Het kan dan gaan om een relatief hoog L_{95} (achtergrondniveau), een relatief hoog L_{15} en/of een relatief hoog L_{eq} ¹.

Een relatief hoog niveau kwam voor op vooral locaties, 1, 2, 11 en 10, in mindere mate op locaties, 6, 7, 8 en 9 en in geringe mate op locaties 3, 4 en 5. Op de locaties 1, 2, 11 en 10 is vaak het L_{eq} en het L_{15} en/of het L_{95} relatief hoog.

¹ Gebruikte criteria hier: $L_{eq,locatie} > L_{eq,dag}$; dinsdag en woensdag (windkracht 4 resp. 3): $L_{15} > 43$ dB(A), $L_{95} > 33$ dB(A); maandag (windkracht 2): $L_{15} > 40$ dB(A), $L_{95} > 30$ dB(A)

Locaties 2 en 11 zijn gelegen aan een doorgaande weg, de Oude Willemsweg. Het wegverkeer en trekkers zijn in dit deel van het gebied de oorzaak van de relatief hoge niveaus. Locatie 1 ligt aan het beklinkerde deel van de Oude Willemsweg, dit is geen doorgaande weg. Incidentele passages zijn hier de oorzaak van het relatief hoge L_{eq} , zoals de passage van een vuilniswagen. Locatie 10 heeft een hoog niveau voor het L_{eq} vanwege de passage van een straaljager. Een hoog L_{95} is op locatie 1 en 10 wegens verkeer op de N381.

Locaties 6, 7, en 9 hebben een relatief hoge waarde van het L_{95} en ook vaak van het L_{15} . Op woensdag en maandag liggen de waarden van het L_{95} in de middag hoger dan in de ochtend: de relatief hoge waarden lijken vooral te worden veroorzaakt door het verkeer op de N381. Het verkeer is op deze locaties bijna continu hoorbaar. Ook zijn soms duidelijk hogere geluidsniveaus waarneembaar veroorzaakt door luide passages. De relatief hoge niveaus van het L_{15} worden vooral veroorzaakt door overkomende vliegtuigen op deze locaties, zowel sport- als verkeersvliegtuigen. Op locatie 8 is vooral het verkeer op de direct naast gelegen Bosbergweg de oorzaak voor de relatief hoge niveaus. Ook hier is op de stillere momenten de N381 hoorbaar.

De locaties 3 en 4 behoren tot de rustiger locaties in het Drents-Friese Wold. Voor locatie 5 geldt dit vooral voor de ochtendmeting. Uit de waarneming in het veld blijkt, dat op deze drie locaties de provinciale weg N381 toch nog met het gehoor waarneembaar is in het achtergrondgeluid. Individuele passages van voertuigen zijn daarin niet te onderscheiden.

Gelet op het voorkomen van motorische bronnen zijn er dus een aantal relatief lawaaiige locaties te noemen:

locaties 2 en 11 vanwege nabij wegverkeer.

locaties 1 en 10 vanwege meer incidentele passages.

locaties 6, 7, 9 en in mindere mate 5 vanwege overkomende vliegtuigen en de continue hoorbare N381.

locatie 8 vanwege vooral verkeer op de direct naastgelegen Bosbergweg.

9.7 Locaties met lagere geluidsniveaus

Door de in de vorige paragraaf genoemde relatief lawaaiige locaties uit de gegevens te verwijderen kan uit de dan overblijvende gegevens een beeld gevormd worden van de rest van het gebied, waar de locaties relatief stil of hooguit matig lawaaiig zijn en zich dus geen opvallend lawaaiige activiteiten voordoen. Zoals hierboven bleek moeten dan gegevens van de lawaaiige meetperioden van locaties 1, 2 en 5 tot en met 11 verwijderd worden.¹ Alleen op de locaties 3, 4 en ('s ochtends) 5 is het op alle dagen relatief stil.

¹ Verwijderd zijn: op dinsdag 7, 8, 9, 10, 11; op woensdag: 1ab, 2ab, 4b, 5b 6ab, 7ab, 8ab; op maandag: 1ab, 2ab, 5b, 6b, 7b, 8ab

Van de aldus resterende locaties bedraagt de totale meettijd nog twee en een half uur (dinsdag 30 minuten, woensdag 50 minuten en maandag 80 minuten), dus ongeveer 40% van de totale meettijd over het hele gebied. Het resultaat is gegeven in tabel 9.5.

Tabel 9.5: percentage verstoorde tijd en geluidsniveaus tengevolge van de meest voorkomende motorische bronnen in het rustiger deel van het Drents-Friese Wold

dag	datum	vliegtuig	auto ¹	N381 ¹	tractor ¹	br/mo ¹	Totaal
		Percentage van meettijd dat bron werd waargenomen					
alle dagen		41%	5%	87%	0%	0%	93%
di	23 aug	48%	2%	81%	0%	0%	90%
wo	31 aug	39%	0%	99%	0%	0%	99%
ma	3 okt	39%	9%	81%	0%	0%	89%
		L_{\max} , gemiddelde van maximale passageniveaus per bron in dB(A)					
di	23 aug	45,8	-	-			
wo	31 aug	41,5	-	45,9			
ma	3 okt	53,3	44,2	36,5			
		L_{eq} , gemiddelde (equivalente) geluidsniveau van alle passages in dB(A)					
							$L_{eq}(\text{mot})$
di	23 aug	34,1	-	-			34,1
wo	31 aug	29,7	-	30,0			32,9
ma	3 okt	31,5	29,2	25,8			34,2

¹: als geen waarde is vermeld is deze bron niet waargenomen of in de registratie niet herkenbaar

Uit de tabel blijkt dat in het minder lawaaiige, rustiger deel van het gebied in 93% van de totale meettijd motorische bronnen waargenomen worden, dus iets meer dan de 89% in het gehele gebied. Vooral de N381 die op woensdag in het rustige deel vrijwel voortdurend hoorbaar was, droeg bij aan het hoge percentage verstoring tengevolge van motorische bronnen; dat is vaker dan in de 78% van de meettijd in het gehele gebied. Waarschijnlijk wordt in het (in tabel 9.5 verwijderde) minder rustige deel van het gebied de N381 gemaskeerd door ander lawaai.

Vliegtuigen worden in 41% van de meettijd waargenomen, vrijwel net zo veel als in het gehele gebied (39%). Op dinsdag werden de vliegtuigen vaker gehoord (48% van de meettijd) dan op de andere dagen (39%). Afzonderlijke auto's worden nog maar in 5% van de tijd waargenomen waarvan de meeste op maandag. Het gemiddeld maximale geluidsniveau ligt voor autopassages in het rustiger deel (44 dB(A)) veel lager dan in het lawaaiige deel (70 dB(A)) omdat nabije passages zijn geëlimineerd. Voor de overige bronnen geldt dat deze niet of nauwelijks zijn waargenomen in het rustiger deel van het Drents-Friese Wold.

De motorische bronnen veroorzaken, gemiddeld over de gehele meettijd in het rustiger deel een $L_{eq}(mot)$ van 33 tot 34 dB(A). Op dinsdag wordt dit $L_{eq}(mot)$ geheel bepaald door vliegtuigen, op woensdag door vliegtuigen en de N381 in bijna gelijke mate, en op maandag vooral door vliegtuigen en in mindere mate door de N381.

Over alle locaties in het gehele gebied droegen nabije autopassages en een luide vliegtuigpassage (zie tabel 9.2) het meeste bij aan het totale equivalente geluidsniveau. In het rustiger deel (tabel 9.5) komen geen nabije autopassages meer voor en wordt het $L_{eq}(mot)$ dus vooral bepaald door vliegtuigen en de N381.

9.8 Samenvatting en conclusies

Het afwisselende landschap van het Drents-Friese Wold, ten zuidwesten van Appelscha, bestaat uit bos, heide, stuifzand en beekdalgraslanden. De provinciale weg N381 is de autoweg van Drachten naar Emmen en doorsnijdt het Friese gedeelte van het Drents-Friese Wold. Het omgevingsgeluid wordt bepaald door de wind in de bomen, vogelgeluiden en geluiden voortgebracht door recreanten. Ook hoorbaar zijn autoverkeer, vliegverkeer en landbouwvoertuigen.

De totale netto meettijd over alle dagen in het gebied bedroeg zes uur en 40 minuten. Er is op drie dagen gemeten op 11 verschillende locaties, waarbij op één dag slechts een meetronde is gemaakt. Op alle drie dagen samen waren gedurende 89% van de meettijd gemotoriseerde bronnen hoorbaar. De N381 is op alle dagen de meest waargenomen bron. Op maandag en woensdag werd de weg in 78% resp. 76% van de meettijd waargenomen, op dinsdag in 85% van de meettijd. Vliegtuigen waren, na de N381, op alle dagen de meest waargenomen bron.

Aan het equivalente geluidsniveau $L_{eq}(mot)$ ten gevolge van alle motorische bronnen is de bijdrage van auto's het grootst. Hun bijdrage varieerde, afhankelijk van de dag van 45 tot 52 dB(A). Vliegtuigen leverden op de woensdag en maandag een bijdrage van 30 dB(A), op de dinsdag echter 46 dB(A) vanwege een luidruchtige straaljager. De N381 tenslotte levert een bijdrage aan het $L_{eq}(mot)$ van, afgerond, 27 tot 28 dB(A).

De relatief hoge waarden van het achtergrondniveau (L_{95}) in het Drents-Friese Wold lijken vooral te worden veroorzaakt door het verkeer op de provinciale weg N381. Het verkeer is op veel locaties bijna continu hoorbaar. Ook zijn soms duidelijk hogere geluidsniveaus waarneembaar veroorzaakt door luide passages van een of meer voertuigen op de N381. Een mogelijke verklaring voor het verhoogde achtergrondniveau in de middag zou kunnen zijn dat de N381 later op de dag drukker wordt en daardoor het geluidsniveau verhoogt.

Gelet op het voorkomen van motorische bronnen zijn er dus een aantal relatief lawaaiige locaties te noemen, zoals locatie 2 en 11 vooral vanwege nabij wegverkeer, locaties 6, 7, 9 (en in mindere mate locatie 5) vanwege overkomende vliegtuigen en de continue

hoorbare N381, en locatie 8 vanwege het verkeer op de Bosbergweg. Alleen op de locaties 3, 4 en (alleen in de ochtend) 5 was het dus op alle dagen relatief stil.

Als de gegevens van de lawaaiige meetperioden worden verwijderd, bedraagt de resterende meettijd ongeveer 40% van de meettijd over het hele gebied. Het blijkt dat in het minder lawaaiige, rustiger deel van het gebied in 89% van de totale meettijd nog motorische bronnen waargenomen worden; niet veel minder dan de 93% in het gehele gebied.

De N381 blijft ook in het rustiger deel vrijwel continu hoorbaar. Vliegtuigen worden in 41% van de meettijd waargenomen ten opzichte van 39% in het lawaaiige deel. In het rustiger deel wordt het geluidsniveau tengevolge van motorische bronnen vooral bepaald door vliegtuigen en de N381. Waarschijnlijk wordt het geluid van de N381 in het lawaaiige deel gemaskeerd door luider, ander lawaai: door de verwijdering van de lawaaiige locaties blijkt dat vliegtuigen en de N381 vaker waargenomen worden.

De stilte in het Drents-Friese Wold wordt derhalve vooral verstoord door wegverkeer op de provinciale weg N381, vervolgens door overkomende vliegtuigen. Langs de randen van het Drents-Friese Wold treedt nog verstoring op door nabij wegverkeer. Daar worden ook landbouwvoertuigen gehoord die men echter kan beschouwen als thuishorend in het gebied en daarom geen afbreuk doen aan de stilte.

REFERENTIES

1: G.P. van den Berg: "Op zoek naar stilte - meting van indicatoren voor stilte in recreatieve (natuur) gebieden in de Randstad", Natuurkundewinkel RuG, januari 2002 (rapport nummer NWU-107)

2: C. Lanting en G.P. van den Berg : "Op zoek naar stilte – indicatoren van stilte in De Wieden/De Weerribben, NP Utrechtse Heuvelrug en de Zak van Zuid-Beveland., Natuurkundewinkel RuG, december 2003 (rapport nummer NWU-114)

3: R. Ramaker en G.P. van den Berg : "Op zoek naar stilte – indicatoren van stilte in NP Dwingelderveld, het Reitdiepdal en NP De Groote Peel, Natuurkundewinkel RuG, februari 2006 (rapport nummer NWU-117)

4: Frits van den Berg: "Karakterisering van het omgevingsgeluid: verstoring en monitoring in het Horsterwold", Natuurkundewinkel, februari 2003 (rapport nummer NWU-111)

5: Frits van den Berg: "De kwaliteit van omgevingsgeluid", in: Handboek voor Lawaai beheersing, deel B: Geluidsoverlast en gezondheid; Kluwer, Deventer, 2005

6: H.J. Kaper: "Karakterisering van natuurlijk achtergrondgeluid: metingen nabij een woning te Rutten", Natuurkundewinkel, november 1999 (rapport nummer NWU-94)

7: G.P. van den Berg: "Observed prevalence of transport sounds in quiet areas", proceedings Internoise-2004, Praag, 2004

BIJLAGE MEET- EN ANALYSEMETHODE: UITVOERING EN TOELICHTING

Dit hoofdstuk kan worden opgevat als toelichting bij de analyse en resultaten zoals die in de hoofdstukken 6 t/m 8 zijn gepresenteerd. Deze toelichting volgt de opbouw in paragrafen zoals die ook in genoemde hoofdstukken wordt gehanteerd.

B.1 Omstandigheden bij metingen in het gebied

De meetlocaties worden aan het begin beschreven en tevens in een kaart weergegeven. Er wordt vanuit gegaan dat de keuze van de meetlocaties voldoende representatief is voor het gebied, en dat een andere (representatieve) keuze hetzelfde resultaat zou opleveren. Verder worden de tijden en een aantal omstandigheden van de metingen gegeven. De dagen waarop gemeten is zijn gegeven en per dag de totale tijdsduur van de metingen. De weergegevens zijn afkomstig van weerberichten van het KNMI, maar de windgegevens zijn op onze aanvraag apart verstrekt en afkomstig van het meest nabije KNMI-meetstation. Het betreft de windsnelheid per 10 minuten in respectievelijk tienden m/s. De windrichting is ook gemiddeld over 10 minuten en gegeven in graden ten opzichte van het noorden, meegaand met de klok. Bijvoorbeeld: 90 graden is oost, 225 graden zuidwest. De in deze paragraaf (paragraaf X.1, met X het nummer van het hoofdstuk) gegeven windsnelheid is gemiddeld per dag over de periode van de metingen.

B.2 Bijdrage gemotoriseerde bronnen

Bij het meten zelf wordt op een locatie 10 minuten het geluid gemeten door een zelfregistrerende geluidsmeter. Deze neemt het geluid niet op, maar meet elke seconde het geluidsniveau in dB(A), dus de sterkte van het geluid in deciBel met een gevoeligheid in overeenstemming met het menselijk gehoor (volgens de algemeen gebruikte zogeheten 'A-weging'). Achteraf is het geluid niet meer af te luisteren, maar is er alleen een reeks getallen die het geluidsniveau per seconde weergeven.

Verder is tijdens het meten op papier bijgehouden wanneer een geluidbron hoorbaar was. Dat is per seconde genoteerd. Daarbij werd (vooraf) onderscheid gemaakt naar gemotoriseerde bronnen: vliegtuigen, treinen, auto's, tractoren, brommers en motoren, en boten. Geluid van industriële en andere bedrijvigheid is nauwelijks of niet waargenomen en daarom niet bij de resultaten opgenomen.

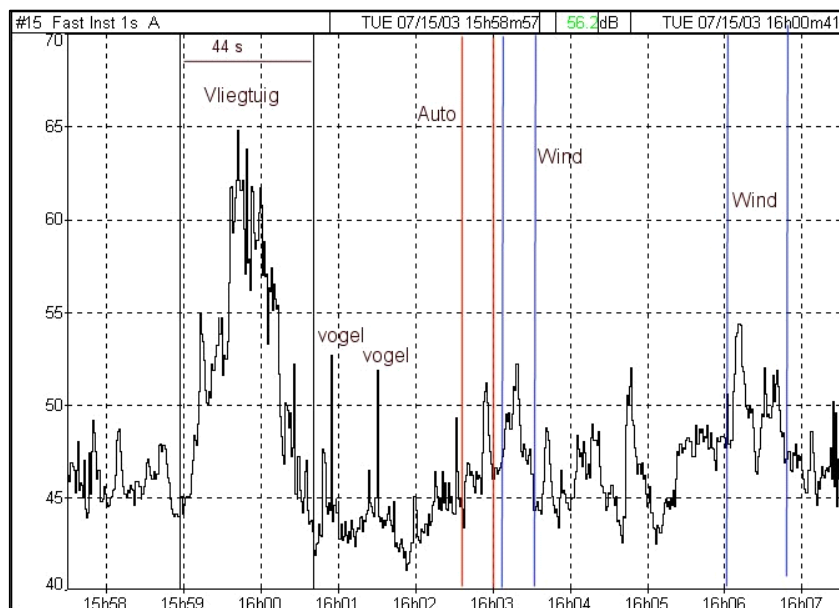
Bij de resultaten wordt in een tabel (genummerd X.2, met X het nummer van het hoofdstuk) gegeven hoe vaak, d.w.z. in hoeveel seconden als percentage van de meettijd, een bepaalde bron werd gehoord; dat is de 'door motorische bronnen verstoorde tijd'. De

aantallen verstoorde seconden per bron zijn vervolgens opgeteld (per dag en totaal) en berekend als percentage van de meettijd (per dag en totaal).

Als tegelijkertijd, bijvoorbeeld, zowel een auto als een vliegtuig hoorbaar waren, zijn beide afzonderlijk geteld. Dezelfde tijd telt dan twee keer in het totaal over alle bronnen: éénmaal vanwege de auto's en nogmaals vanwege de vliegtuigen. Theoretisch kan dit tot gevolg hebben dat meer dan 100% van de meettijd verstoord is, bijvoorbeeld als gedurende 60% van de meettijd auto's en gedurende 50% vliegtuigen hoorbaar waren (samen 110%). Het is mogelijk het totaal zodanig te corrigeren dat het percentage verstoorde tijd wordt gegeven, ongeacht of de verstoringen gelijktijdig waren of niet; voorwaarde voor een juiste correctie is dat de verstoringen gelijkmatig zijn verspreid over de tijd. Deze percentages zijn in de tabellen gegeven.

Geluidsniveaus zijn achteraf bepaald met behulp van een computerprogramma¹ waarmee de eerder gemeten geluidsniveaus kunnen worden weergegeven en afgelezen. Hiermee is van zoveel mogelijk verstoringen tengevolge van gemotoriseerde bronnen het maximale geluidsniveau L_{\max} bepaald. Dit L_{\max} komt overeen met het luidste moment tijdens de passage van een vliegtuig, trein, auto, brommer of tractor. Dat is in het algemeen op het tijdstip dat de bron het meest nabij is.

Tevens is van zoveel mogelijk verstoringen de tijdsduur bepaald dat het geluid herkenbaar was in de registratie en het gemiddelde geluidsniveau tijdens die duur. Deze gemiddelde waarde wordt het equivalente geluidsniveau $L_{\text{eq},t}$ genoemd, met t de tijd van de passage. Deze waarde komt overeen (is 'equivalent') met de gemiddelde energie van het geluid tijdens de passage.



Figuur B.1: voorbeeld van een registratie van het geluidsniveau met aangegeven een aantal geluiden: een vliegtuig is goed te herkennen evenals twee keer een vogel; de auto is slechts van windvlagen te onderscheiden door notitie tijdens de meting

¹ dBtrait uitgebracht door 01dB-Stell

Een voorbeeld van een registratie is te zien in figuur B.1. In de 10 minuten durende registratie is het geluidsniveau per seconde uitgezet tegen de kloktijd. Tussen de eerste twee verticale markeringsen is een passage van een vliegtuig te zien die, zoals blijkt uit de veldnotities, gedurende 44 seconden zeer goed hoorbaar was. Het equivalente geluidsniveau van deze passage is gelijk aan $L_{eq,44\text{ sec}} = 56,2\text{ dB(A)}$ zoals het registratieprogramma bovenaan weergeeft. Het maximum niveau van deze passage is in de figuur af te lezen en bedraagt bijna 65 dB(A). Van andere geluiden die tijdens het meten zijn genoteerd zijn er een aantal (daardoor) herkenbaar in de registratie: een auto, tweemaal een vogel en de wind. De op het gehoor waargenomen geluidsbronnen zijn niet aangegeven in figuur B.1 als ze niet herkenbaar zijn. In het algemeen zijn dat natuurlijk de zwakkere geluiden.

Op deze wijze zijn van alle geluiden van gemotoriseerde bronnen zoveel mogelijk de volgende waarden bepaald: het maximale geluidsniveau L_{\max} , de tijd t in seconden dat de geluidsbron herkenbaar was in de registratie en het gemiddelde of equivalente geluidsniveau $L_{eq,t}$ tijdens die tijd t . Uit de laatste twee waarden volgt een geluidsdosis. De geluidsdosis wordt ook wel met L_D (of met SEL = Sound Exposure Level) aangeduid en komt overeen met de totale hoeveelheid geluidsenergie in tijd t .¹

In tabel B.1 zijn de feitelijke gegevens van een meetlocatie in het Reitdiepdal weergegeven. Het aantal autopassages (op basis van notities tijdens het meten) is gelijk aan 3 en ze duurden op het gehoor 40 tot 50 seconden. Verder is van de drie passages gegeven het achteraf uit de geluidsregistratie bepaalde maximum niveau L_{\max} , het equivalente niveau $L_{eq,t}$ over de tijd t_{reg} dat de passage zichtbaar was in de registratie (23 tot 50 seconden), en de uit $L_{eq,t}$ en t_{reg} berekende geluidsdosis L_D .

Tabel B.1: gegevens van een geluidsregistratie van drie autopassages op één locatie

verstoring (sec)	L_{\max} (dB(A))	$L_{eq,t}$ (dB(A))	t_{reg} (sec)	L_D (dB(A))
40	52	44,5	23	58,1
50	58	47,8	50	64,8
40	65	53,6	40	69,6

Uit de gegevens per passage kunnen gemiddelden of totalen over meerdere passages worden berekend. De verschillende waarden van L_{\max} worden gemiddeld tot één waarde: het ‘gemiddelde L_{\max} ’ (in tabel B.1: 62,1 dB(A)). De geluidsdoses kunnen worden opgeteld tot één totale geluidsdosis (hier: 71,1 dB(A)), waaruit weer een $L_{eq,t}$ kan worden

¹ $L_D = L_{eq,t} + 10 \cdot \log(t_{\text{reg}})$

berekend over alle drie passages: het $L_{eq,113 \text{ sec}}$ dat gelijk is aan 50,5 dB(A). Deze geluidsbelasting kan ook betrokken worden op de totale tijd per meting (600 sec), waarbij de 50,5 dB(A) die gedurende $23 + 50 + 40 = 113 \text{ sec}$ optrad wordt "uitgesmeerd" over 600 sec. Uit berekening volgt dat het $L_{eq,600 \text{ sec}}$ dan gelijk is aan 43,3 dB(A). Voor de eenvoud wordt in het vervolg bij het $L_{eq,t}$, de tijdsduur t weggelaten als duidelijk is dat het geluidsniveau betrekking heeft op één meting van 10 minuten of een hele dag meten, zoals uit de context blijkt, en wordt alleen het symbool L_{eq} , zonder tijdsvermelding, genoteerd.

De totale tijd van afzonderlijke geluiden of passages (t) zoals die uit de geluidsregistratie volgt is niet gelijk aan de verstoorde tijd per geluidsbron zoals dat is bepaald door van alle meetlocaties het aantal genoteerde, verstoorde seconden op te tellen: een geluid kan langer hoorbaar zijn dan zichtbaar is in de geluidsregistratie.

Omdat de decibel een getal is op een logaritmische schaal gaat het hier overigens niet om gewone (rekenkundige) middeling of sommatie, maar moet een andere (energetische of logaritmische) middeling worden toegepast. Een luide passage telt zwaar mee in zo'n (logaritmisch) gemiddelde of sommatie.

Uit de gegevens kan vervolgens een gemiddelde bepaald worden van alle maximale geluidsniveaus per bron over de gehele meettijd op één dag (3 uur of minder), alsmede een equivalent geluidsniveau L_{eq} over de gehele meettijd. Deze laatste waarde komt overeen met de geluidsbelasting tengevolge van die bron over de meetduur. In tabel X.2 zijn deze waarden per dag vermeld onder ' L_{max} , gemiddelde van maximale passageniveaus per bron in dB(A)' respectievelijk ' L_{eq} , gemiddelde (equivalente) geluidsniveau van alle passages in dB(A)'.

Tenslotte kan het equivalente geluidsniveau van de verschillende categorieën bronnen, dus van alle motorische bronnen op een dag nog worden samengenomen tot een totaal $L_{eq}(mot)$: dit komt overeen met de geluidsbelasting van alle motorische bronnen op die dag. In tabel X.2 is dit per dag in de laatste kolom vermeld.

B.3 Overzicht van locaties

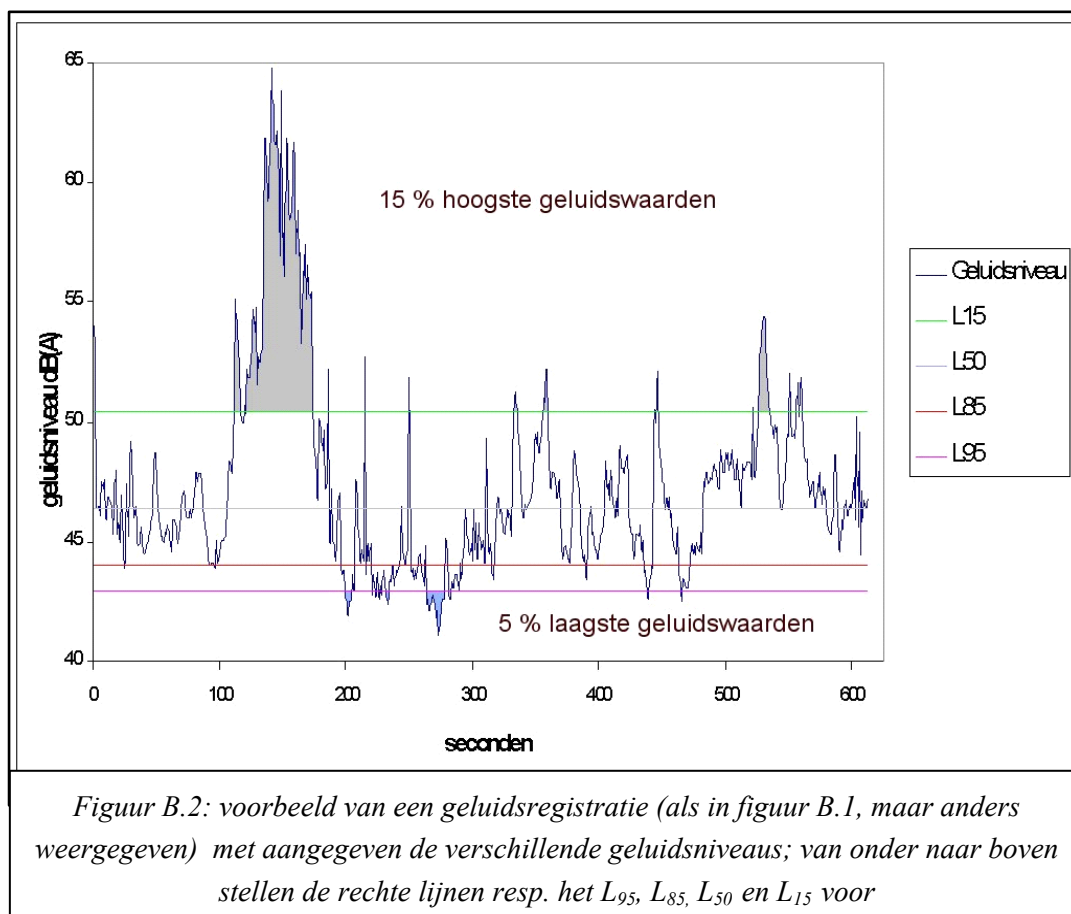
Bij dit onderdeel worden eerst in een tabel (tabel X.3) een aantal geluidswaarden gegeven die betrekking hebben op het hele gebied, dus op alle meetlocaties. Het gaat om het hiervoor al genoemde equivalente geluidsniveau en om een aantal statistische geluidsniveaus: de 'percentielwaarden' L_{95} , L_{85} , L_{50} en L_{15} .

Het niveau van het achtergrondgeluid is de grens tussen de stilste 5% van de tijd en alle overige (95%) luidruchtiger momenten. Dit niveau, het L_{95} , kan men zien als een

basisniveau: een lager geluidsniveau komt nauwelijks voor bij de gegeven omstandigheden. Het L_{95} wordt vooral bepaald door de voortdurend aanwezige geluiden zoals windgeruis of een nabije snelweg, niet door kort optredende geluiden zoals van een passage van een voer- of vliegtuig. Het L_{95} is per 10 minuten meettijd per meetlocatie bepaald uit alle per seconde gemeten geluidsniveaus. Voor het hele gebied is per dag het L_{95} bepaald uit alle meetwaarden, dus in principe over een meettijd van 180 minuten.

Op dezelfde manier is een aantal andere waarden (L_{85} , L_{50} en L_{15}) berekend per meetlocatie en per gebied, welke volledigheidshalve zijn vermeld, maar verder niet veel worden gebruikt. De mediane waarde L_{50} is die waarde die de 50% laagste gemeten waarden van het geluidsniveau van de 50% hoogste waarde scheidt. Ook zijn het L_{15} en het L_{85} bepaald: 70 % van alle meetwaarden per locatie of per gebied hebben een waarde tussen het L_{15} en L_{85} , dus het elke seconde gemeten geluidsniveau bevindt zich meestal tussen deze twee waarden. De 15% hoogst gemeten geluidsniveaus liggen boven het L_{15} . Deze waarden geven o.a. een indruk van de spreiding van de meetwaarden per locatie en per gebied.

Figuur B.2 geeft dezelfde situatie aan als in figuur 1, maar nu met de verschillende geluidsniveaus bij deze meting. De onderste lijn geeft de hoogte van het L_{95} aan: de 5% laagste meetwaarden liggen onder deze lijn. De lijnen daarboven geven achtereenvolgens de hoogte van het L_{85} , L_{50} en L_{15} aan.



Bij de resultaten worden de verschillende geluidsniveaus over de gehele meetduur per dag gegeven in tabel X.3. Het equivalente geluidsniveau over de hele meetduur per dag wordt aangeduid met $L_{eq}(\text{dag})$. Dit $L_{eq}(\text{dag})$ bevat alle gemeten geluiden, dus de natuurlijke zowel als alle niet-natuurlijke (met name: motorische) geluiden. Het $L_{eq}(\text{mot})$ van alle motorische geluiden, vermeld in tabel X.2, is daarom altijd kleiner dan die van het totale $L_{eq}(\text{dag})$.

Daarna worden de geluidsniveaus per locatie en over de hele meetduur op een dag gegeven in de vorm van staafdiagrammen voor elke dag (figuren X.2, X.3 en X.4). Deze diagrammen geven een indruk van de spreiding tussen de verschillende locaties.

B.4 Achtergrondgeluid

Voor een deel wordt de spreiding tussen de locaties bepaald door windgeruis in vegetatie. Dit geruis heeft vaak invloed op het achtergrondniveau. Van elke meting van 10 minuten wordt (in figuur X.4, maar 9.5) het achtergrondniveau L_{95} uitgezet tegen de windsnelheid. De windsnelheidsgegevens zijn afkomstig van het KNMI en gemeten op het meest nabije KNMI-meetstation. De windsnelheden zijn door het KNMI gegeven in tienden meters per seconde.

Aan deze grafieken is tevens een trendlijn toegevoegd. Deze lijn geeft het verband tussen de windsnelheid en het achtergrondniveau overdag voor alle dagen waarop wij eerder in stille gebieden hebben gemeten (zie verder paragraaf 4.4). De lijn komt, voor een windsnelheid $V_{10} > 3$ m/s, vrijwel overeen met het niveau van het achtergrondgeluid op een enigszins beschutte locatie in overigens open land, zoals die in eerdere rapporten is gebruikt (referenties 1 en 2) en welke gedurende lange tijd (vele weken) is gemeten op een plaats nabij een woning in de Noordoostpolder (referentie 6). De trendlijn geeft niet voor elke afzonderlijke locatie het niveau van het windgeluid, omdat de omgeving per locatie kan verschillen. Als op een stille locatie de wind toeneemt zal het L_{95} wel toenemen volgens de *richting* van de gegeven lijn: de locatie is dan weliswaar rumoeriger, maar alleen als gevolg van de wind.

B.5 Locaties met hoogste geluidsniveaus

Bij de beoordeling van de 'lawaaigheid' van de verschillende locaties binnen gebieden zijn drie criteria gebruikt. Ten eerste wordt bepaald bij welke locaties, zowel voor de meting 's ochtends als 's middags, het equivalente geluidsniveau over de meettijd van 10 minuten ($L_{eq,10 \text{ min}}$) groter is dan het equivalente geluidsniveau bepaald over de hele dag ($L_{eq,dag}$) ofwel $L_{eq,10 \text{ min}} > L_{eq,dag}$.

Verder is gekeken naar welke locaties relatief hoge statistische niveaus hebben in vergelijking met de meeste locaties in het gebied. Dit is beperkt gebleven tot het L_{95} en L_{15} : de locaties met een relatief hoog L_{15} en L_{95} worden geselecteerd. Daarbij is meestal aangenomen dat het verschil tussen het L_{15} en het L_{95} gelijk is aan 10 dB(A), aangezien uit de metingen blijkt dat verschillen rond 10 dB ($L_{15} - L_{95}$) gebruikelijk zijn. Dit betekent dat de keuze van één criterium het andere eigenlijk vastlegt: het L_{15} en L_{95} worden dus in samenhang bepaald. Praktisch wordt er dan een waarde gekozen voor het L_{15} waar de hoger scorende locaties boven liggen; hetzelfde wordt gedaan met een voor het L_{95} te kiezen waarde (waarbij de overschrijding kan optreden bij andere locaties dan bij het L_{15}). Beide waarden worden vervolgens meestal vastgelegd met een verschil van 10 dB; alleen als continu wegverkeer het L_{95} beïnvloedt blijkt het verschil geen 10 dB meer te zijn. De precieze keuzes zijn, binnen enkele dB's, arbitrair en vooral bepaald door het aantal locaties dat men als relatief rumoerig meent te beschouwen.

Samenvattend geldt voor locaties met de hoogste geluidsniveaus:

$$\begin{array}{l} L_{95} > L_{95,\text{grens}} \\ \text{en/of} \quad L_{15} > L_{15,\text{grens}} \\ \text{en/of} \quad L_{\text{eq}} > L_{\text{eq,dag}} \end{array}$$

met (meestal) $L_{15,\text{grens}} - L_{95,\text{grens}} = 10 \text{ dB}$.

De precieze keuze van $L_{15,\text{grens}}$ en $L_{95,\text{grens}}$ is per gebied in een voetnoot gegeven.

De selectie van de rumoerigste locaties berust dus geheel op de geluidsmetingen: is het achtergrondniveau relatief hoog, en/of de 15% hoogste meetwaarden, en/of het gemiddelde van alle geluid? Bij de aldus geselecteerde, relatief rumoerige locaties wordt vervolgens gekeken naar de reden van het verhoogde niveau. Dit kan een natuurlijke reden zijn (vooral windgeruis in vegetatie) of een onnatuurlijke (vooral motorische geluiden). Als de reden van een hoog geluidsniveau een motorisch geluid is, dan wordt de locatie als een relatief lawaaiige locatie beschouwd. Als de reden een natuurlijk geluid is, dan wordt de locatie (daarom) niet als lawaaiig beschouwd.

B.6 Locaties met lagere geluidsniveaus

Voor het selecteren van locaties met relatief lage geluidsniveaus dient rekening te worden gehouden met de invloed van de wind: als de wind toeneemt neemt ook het achtergrondniveau toe, en vaak ook de andere hierboven genoemde geluidsniveaus. Om hiervoor te kunnen corrigeren is een trendlijn aangegeven van het achtergrondgeluid (L_{95}) als functie van de windsnelheid, zoals in paragraaf B.5 werd toegelicht. Punten die het verst onder deze trendlijn liggen zouden kunnen worden aangewezen als de locaties met de laagste achtergrondgeluidsniveaus. Op locaties met een laag achtergrondniveau kan

echter toch lawaai vóórkomen, zolang het lawaai maar niet steeds aanwezig is. In dat geval zal echter het L_{eq} en/of L_{15} relatief hoog zijn.

Om een indruk te kunnen krijgen van een gebied als de meest lawaaiige bronnen zouden zijn verwijderd, is de invloed van motorische bronnen opnieuw bepaald, maar na verwijdering van de meetgegevens van de meest lawaaiige locaties die eerder werden bepaald (zie vorige paragraaf). Indien incidenteel een lawaaiige gebeurtenis, zoals een passage van een brommer, voorkwam op een overigens rustige locatie, dan kan ook alleen deze gebeurtenis uit de gegevens worden verwijderd.

De feitelijk verwijderde gegevens zijn per gebied vermeld. Wat resteert zijn dan de waargenomen verstoringen in het gebied op locaties die niet duidelijk lawaaiig zijn, dus van verstoringen die kennelijk in het hele gebied voorkomen en daar gebruikelijk zijn. Van dit rustiger deel van het gebied zijn de resultaten gegeven in tabel X.4 welke dezelfde opbouw heeft als tabel X.2 over het gehele gebied.

Door vergelijking van de meetgegevens met en zonder de invloed van de locaties met de hoogste geluidsniveaus is het mogelijk een beeld te krijgen van de invloed van maatregelen op de lawaaiigste locaties.

B.7 Samenvatting en conclusies

De belangrijkste resultaten worden in de paragrafen 6.7, 7.7, 8.7 en 9.8 op rij gezet en besproken. Eerst wordt een indruk gegeven van het gebied als geheel: hoe vaak hoort men motorische bronnen en wat voor geluidsniveaus veroorzaken ze. Vervolgens wordt aangegeven wat de meest lawaaiige locaties zijn en wat daar de belangrijkste bronnen van lawaai zijn. Tenslotte wordt aangegeven wat men hoort en wat de geluidsniveaus zijn in het relatief rustige deel van het gebied: het deel zonder de lawaaiige locaties (en eventueel met uitsluiting van zeer incidentele lawaaiige gebeurtenissen op overigens rustige locaties). Dit geeft aan wat men in het gebied kan bereiken als op de meest lawaaiige locaties het lawaai zou kunnen worden teruggedrongen.

